Der Hochwald

Untersuchungen über die Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes

Von

HUBERT ZIERL

Aus dem Institut für Waldbau der Forstlichen Forschungsanstalt München

Mit 39 Abbildungen und 4 Tabellen



1972

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

LANDWIRTSCHAFT · VETERINÄRMEDIZIN · GARTENBAU · FORSTWESEN · JAGD UND FISCHEREI

HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

ISBN 3 490 23316 6

Vorbemerkung

Der Bayerische Wald nimmt unter den süddeutschen Waldgebieten eine besondere Stellung ein. Die Grenzlage des Gebirgskammes, die damit zusammenhängende dünne Besiedlung, die bis zum Ende des 19. Jahrhunderts erhaltenen Urwaldbestände mit ungewöhnlichen Wuchsleistungen, vor allem der Weißtanne, haben diesem Waldgebirge einen gewissen urtümlichen und romantischen Nimbus bewahrt. Es war kein Zufall, daß die Idee eines deutschen Nationalparks gerade dort sich zu realisieren begonnen hat. Ein geschlossenes Waldgebiet (zusammen mit der Bewaldung auf der böhmischen Seite etwa 100 000 ha) bietet ganz natürlich auch zahlreiche wissenschaftliche Probleme der Waldkunde und Waldbehandlung. Im Münchner Waldbauinstitut sind in den letzten Jahren eine Reihe kleinerer Arbeiten fertiggestellt worden; besonders darf aber auf die eingehende Untersuchung von Professor Dr. RICHARD PLOCHMANN verwiesen werden, der die waldbauliche Entwicklung der bayerischen Staatswaldungen des Gebietes in den letzten 150 Jahren untersucht hat. Die vorliegende Dissertation von HUBERT ZIERL schließt an die Arbeit von PLOCHMANN insofern an, als sie der obersten Waldzone, dem nicht sehr ausgedehnten „Hochwald" über 1000 m SH, gewidmet ist. Nicht nur für Forstmänner, sondern auch für viele Besucher des in mächtigem Aufschwung befindlichen Erholungsgebietes werden aus der nun vorliegenden Veröffentlichung wichtige Kenntnisse über die naturnahe Zone des Hochwaldes vermittelt. Der hier behandelte Hochwald ist nicht der Hochwald ADALBERT STIFTERS, aber für aufmerksame Leser und Wanderer wird sich ein guter Bogen zwischen beiden spannen lassen.

München, Januar 1972 J. N. KÖSTLER

Vorwort

Auf Anregung und unter Leitung meines verehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Dr. h. c. J. N. KÖSTLER, Direktor des Waldbauinstituts an der Universität München, konnte ich die Arbeit über den Hochwald im Bayerischen Wald durchführen. Für seine wohlwollende Unterstützung, aus der ich eine besondere Verbundenheit des weitgereisten Waldbauprofessors zu seinem heimatlichen Waldgebiet erfahren durfte, möchte ich meinen besonderen Dank aussprechen. Er gilt in gleicher Weise auch für seinen Einsatz um einen Druckkostenzuschuß von der Universität München.

Der Leiter der Oberforstdirektion Regensburg, Herr Forstpräsident TRETZEL, hat die Arbeit stets gefördert, wofür ich geziemend danke. Mein Dank gilt den Waldbesitzern und Betriebsleitern der privaten und staatlichen Forstbetriebe des Untersuchungsgebietes und ihren Mitarbeitern.

Eine wertvolle Hilfe waren mir viele fachliche Diskussionen und Anregungen, wobei ich mit besonderem Dank die Herren Professoren Dr. FRANZ und Dr. BAUMGARTNER erwähne. Herr G. HÖGEL hat in bewährter Weise die Zeichnungen gefertigt.

München, Januar 1972 HUBERT ZIERL

Inhalt

Einleitung

Der Bayerische Wald zieht als südlicher Teil des ostbayerischen Grenzgebirges zwischen der Landesgrenze zur Tschechoslowakei und der Donau von Nordwest nach Südost. Gegen Nordwest trennt ihn die Cham-Further Senke vom Oberpfälzer Grenzgebirge, im Südosten findet er an der bayerisch-österreichischen Grenze seinen Abschluß.

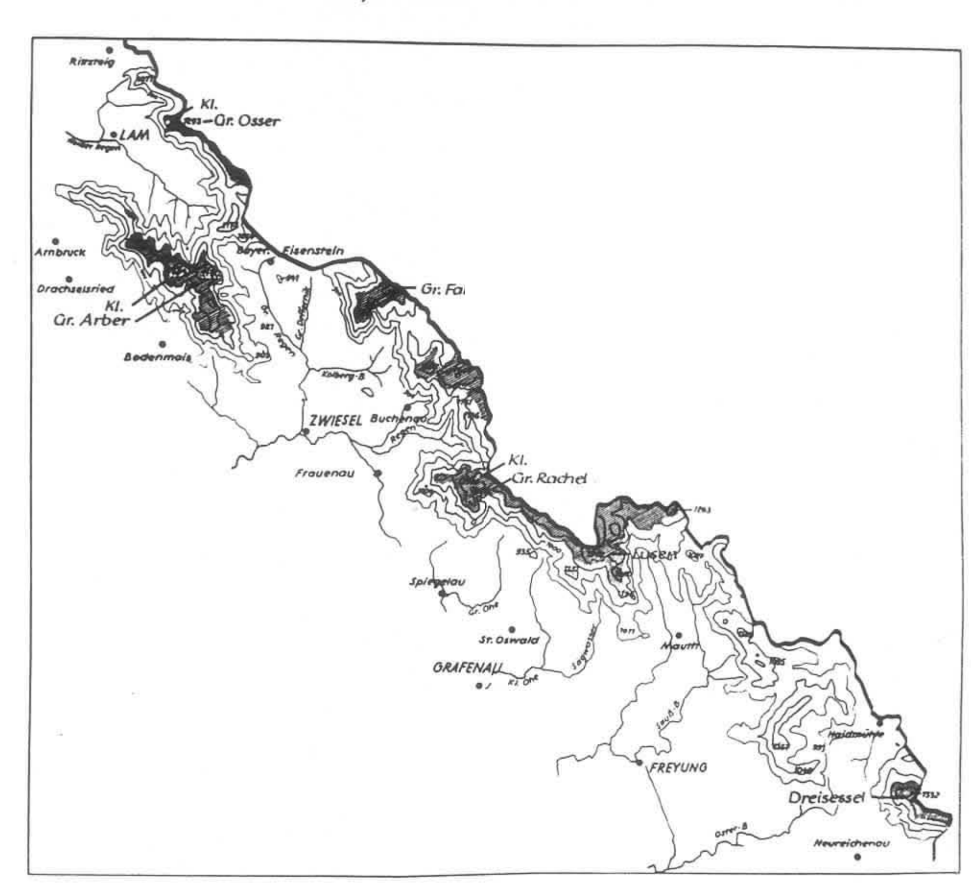


Abb. 1. Übersichtskarte der Hochlagen des Bayerischen Waldes

Im Bereich des grenznahen Gebirgszuges – von der heimischen Bevölkerung auch „Hinterer Bayerischer Wald" genannt – mit den bekannten Bergmassiven des Osser (1293 m), Arber (1456 m), Falkenstein (1312 m), Rachel (1453 m), Lusen (1373 m) und Dreisessel (1332 m) liegt das engere Untersuchungsgebiet vorliegender Arbeit (Abb. 1). Ihn trennt die von Viechtach über Regen, Grafenau und Wolfstein (Freyung) nach Neureichenau verlaufende tektonische Verwerfungslinie des Pfahl vom „Vorderen Bayerischen Wald".

Die forstliche Standortsgliederung scheidet im Gebiet des „Hinteren Bayerischen Waldes" drei große übergeordnete Standortseinheiten aus, nämlich die Tallagen, auch Auen genannt, die Hanglagen und die Hochlagen. Die Tal- und Hanglagen hat PLOCHMANN (1961) in einer eingehenden Arbeit behandelt. Die vorliegende Arbeit soll in einem Beitrag über die Hochlagen des Bayerischen Waldes eine Ergänzung zur waldbaulichen Gesamtdarstellung bringen.

I. Der Fichtenhochwald - Begriff und Standorte

1. Begriffliche Abgrenzung

Die Entstehung des Begriffes „Hochwald" im Sinne des Themas vorliegender Arbeit kann nicht einwandfrei verfolgt und nachgewiesen werden. Vermutlich haben ihn die Bewohner des Bayerischen Waldes selbst gebildet. Seine Bedeutung ist wohl abzuleiten aus jener Kurzbezeichnung, mit der die heimische Bevölkerung den Bayerischen Wald als „der Wald" benennt. Es kann angenommen werden, daß der Bewohner „des Waldes" in einer ebensolchen Kurzform den Wald um die hochgelegenen Gipfel und Kammlagen des Gebirges auf Grund seines orographisch hohen Standortes „Hochwald" nannte.

Diese örtlich entwickelte Bezeichnung machte sich der Forstmann des Bayerischen Waldes zu eigen; sie ist in den ersten Waldbeschreibungen und den folgenden Forsteinrichtungswerken immer wieder zu finden. Auch er versteht hier unter „Hochwald" die Bestockung der als Hochlagen ausgeschiedenen forstlichen Standorte, nicht eine der im allgemeinen forstlichen Sprachgebrauch als Hoch-, Mittel- oder Niederwald benannten Betriebsarten. Ebenfalls im Sinne des Volksmundes verwenden den Begriff „Hochwald" die frühen vegetationskundlichen, geographischen und geologischen Beschreibungen dieses Gebietes. Durch Adalbert Stifters Erzählung „Hochwald" (1842) hat diese Bezeichnung schließlich Eingang in die Literatur gefunden.

Die Höhe des Standorts war wohl nicht allein entscheidend dafür, daß sich im Bayerischen Wald der Begriff „Hochwald" entwickeln und erhalten konnte; es scheint vielmehr das durch die besonderen Standortseinflüsse geprägte, vom Aufbau tiefer gelegener Wälder abweichende Aussehen des „Hochwaldes" dazu beigetragen zu haben. Sicher blieben diese eigenartigen Waldbilder nicht ohne Eindruck auf die Bewohner, veranlaßten sie doch auch den Geographen und Geologen HOCHSTETTER (1855) zu folgender Schilderung:

„Sturm, Wetter und die Jahrhunderte haben nur Bilder der Zerstörung und Verwirrung übriggelassen. Die Stämme stehen schütter, einzeln und einzeln, dazwischen Heidelbeeren, Weidenröschen, ein Gewirr von Felsblöcken, modernden Zweigen, Ästen, Stämmen, Stöcken. Hier steht ein Riesenstamm noch grün, aber der Sturmwind hat ihm die Krone abgerissen, und von den Ästen hängt wie greises Haar das Bartmoos in klafterlangen Fäden, die der Wind hin- und herwiegt, hier steht ein Stamm längst abgestorben, morsch und faul, ausgedörrt, daß er angezündet wie glimmender Zunder fortglüht, eine graue gespenstische Gestalt, die ihre nackten Knochenarme in die Luft reckt. Hier eine Fichte mit den Wurzeln ausgerissen, in deren Netzwerk Erdklumpen und Felsstücke hängen, der mächtige Wurzelstock wie eine Mauerruine, und daneben eine breite Grube; sie vermodert und verfault und auf dem Leichnam keimt üppig junges Leben; und zwischen all dem Gewirr rundliche von weißen Flechten überzogene Granitblöcke, wie gebleichte Riesenschädel, Farrenkraut und Moos, Tod und Stein mit frischendem Grün, mit saftigem Leben überwuchernd. Ist man in einen solchen Wirrwarr einmal hineingeraten, so hat man Mühe und Not, wieder herauszukommen, die morschen Stämme fallen dumpf krachend unter dem Tritt zusammen, weiche Mooshügel überdecken trügerisch Haufwerk und Felsklüfte, in die man durchbricht. Aber gewiß wird jeder die großen Eindrücke gerne zurückrufen, die er empfand, wenn er in solcher Wildnis mühsam emporkletternd über Felstrümmer und Baumleichen durch festverwachsenes Gestrüpp langsam vordringend endlich hervortrat auf

die letzte hohe Felsplatte, und von der Kuppe eines Berges hinwegsah über die ungeheuren düstern schwarzen Waldmassen." (Abb. 2)

Die Eigenart des „Hochwaldes" kommt jedoch nicht nur in Schilderungen, die überwiegend vom persönlichen Erlebnis her geprägt sind, zum Ausdruck, sie ist auch durch wissenschaftliche Methoden der Vegetations- und Standortskunde, der Bestandsdiagnose und der forstlichen Ertragskunde erfaßbar.

2. Pflanzengesellschaft

Als Vorgänger der neueren pflanzensoziologischen Arbeiten von VOLK (1939) und TRAUTMANN (1952) über den Fichtenhochwald des Bayerischen Waldes können die Veröffentlichungen von SENDTNER (1860), v. RAESFELDT (1894) und DRUDE (1902) genannt werden.

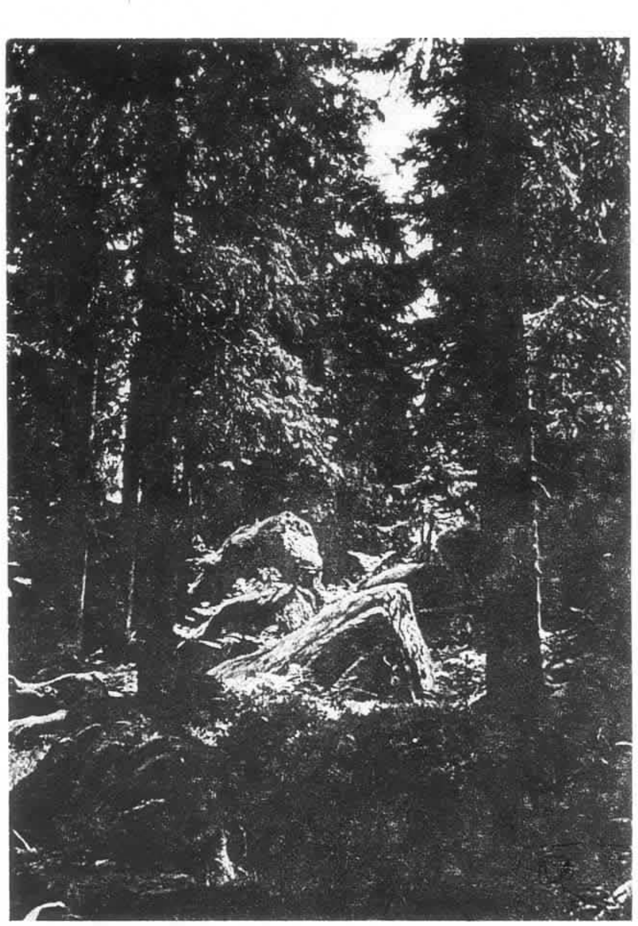


Abb. 2. Fichtenhochwald am Hochstein (Dreisesselgebiet)

Im Jahre 1860 veröffentlichte SENDTNER die erste Beschreibung der Vegetationsverhältnisse des Bayerischen Waldes. Aus seiner pflanzengeographisch ausgerichteten Arbeit interessieren vor allem die Angaben über die vertikale Verbreitung einiger Baumarten. SENDTNER beschreibt, wie aufsteigend aus den Fichten-, Tannen-, Buchenbeständen der Hanglagen die Buche bei etwa 1100 m, die Tanne bei 1050–1150 m aus der Bestockung ausscheiden; beide Baumarten überlassen die darüberliegende Region der Fichte mit vereinzelter Beimischung von Bergahorn und Vogelbeere. Gleichzeitig mit dem Auftreten der *reinen Fichtenbestände* stellt SENDTNER bei der Fichte eine „Änderung des Wuchses sowie der anatomischen Struktur" fest, „wodurch der Baum ein verändertes Aussehen (Spitzfichte) erhält und als Resonanzholz geeignet wird".

Häufig bedient sich v. RAESFELDT des Ausdruckes „Hochwald" in seiner Beschreibung der oberen Berg- und Kammlagen des Bayerischen Waldes, der folgende Abschnitte entnommen sind:

„Die unteren Grenzen des Hochwaldes sind ziemlich scharf gekennzeichnet, und auch dem Laien fällt es auf, wenn er aus dem Fichten-, Tannen- und Buchenmischwalde in die höhere Region des Hochwaldes eintritt. An sanft ansteigenden Hängen findet der Übergang mehr all-

mählich statt, an steileren tritt der Unterschied zwischen beiden Waldformen schroffer hervor; die Grenzlinie, die im allgemeinen der Höhenquote von 1170 m entspricht, steigt an Süd- und Südwestseiten höher empor und bleibt bei nördlicher und nordöstlicher Exposition tiefer zurück."

„Auffallend ist zunächst das Verschwinden der Buche und Tanne, oder doch am unteren Rande des Hochwaldes ihr geringer Wuchs und ihr Zurückbleiben gegen die Fichte. Bald nimmt aber auch die letztere einen anderen Habitus an; im Höhenwuchs läßt sie zwar erst allmählich nach – die Ast- und Gipfelbildung ist eine andere: Ähnlich wie im Auwalde hängen die Äste tief herab, eng am Stamm anliegend und denselben förmlich umhüllend. Der Baum erhält dadurch die Form einer schmalen und schlanken Pyramide und erinnert fast an die Cypressen der südlichen Länder."

„In diesem Kampfe mit den Elementen ist die Fichte fast ganz sich selbst überlassen, nur der Ahorn begleitet sie vereinzelt, und der Vogelbeerbaum bietet ihr in zartester Jugend einigen Schutz. Der Boden ist teils von Heidelbeerkraut, nur selten von Preiselbeere bedeckt, teils mit Gräsern verschiedener Art überzogen. Im allgemeinen ist die Zahl der Pflanzenarten, die hier und bis hinauf zu den höchsten Rücken und kahlen Gipfeln vorkommen, keine sehr große und eine gewisse Armut der Flora fällt . . . auf." (Abb. 3)

„1150 m und oft noch etwas höher, wo der Buchenwald als solcher sein Ende erreicht", bezeichnet DRUDE (1902) im Bayerischen Wald als *wichtige Höhenlinie*, wenn auch vereinzelte Buchen und Bergahorne noch 50–100 m höher in den anschließenden Fichtenregionen anzutreffen sind. Die Fichte beherrscht hier allein das Waldbild bis zu einer Höhe von etwa 1360 m, die als „allgemeine obere Grenze" des Fichtenwaldes angesetzt werden kann. An günstigeren Standorten erstreckt er sich noch zungenförmig darüber hinaus.

In einer pflanzensoziologischen Untersuchung des Bayerischen Waldes scheidet VOLK (1939) den „Hochwald" als *Lophozieto Piceetum* aus und beschreibt ihn als „kaum bewirtschaftete Wälder in den Höhenlagen des Bayerischen Waldes".

Aufbauend auf den Ergebnissen von VOLK hat TRAUTMANN (1952) den Fichtenhochwald des Bayerischen Waldes pflanzensoziologisch und pollenanalytisch bearbeitet. Das Lophozieto-Piceetum ist die einzige Waldgesellschaft der subalpinen Fichtenstufe des Bayerischen Waldes. Ihr Standort ist die Höhenstufe zwischen 1150 und 1440 m. Die untere Grenze schwankt zwischen 1000 und 1250 m. Die Ursachen hierfür liegen in der Exposition, in klimatischen und bodenkundlichen Einflüssen. Wie bereits v. RAESFELDT beobachtet auch TRAUTMANN ein Höhersteigen der Untergrenze (TRAUTMANN gibt 30–50 m an) an SW- bis SO-Hängen gegenüber N- und NO-Hängen. Als Gründe für ein Hinabsteigen der Untergrenze werden Bodenwasserverhältnisse und Kaltluft genannt. Beispiele hierfür finden sich in Kaltluftrinnen und in den Quellgebieten der Talschlußhänge der Hochtäler, wo der Hochwald bis auf 1000 m hinabsteigt, während an den anschließenden, in der wärmebegünstigten Inversionszone liegenden Seitenhängen bis 1200 m noch die Buche gedeiht. Verzögerter Wasserabfluß und Kaltluftstau auf Verebnungsflächen verursachen ebenfalls eine tiefere Untergrenze des Fichtenhochwaldes.

Die obere Grenze des Hochwaldes fällt mit der Waldgrenze zusammen, wobei diese wie zum Beispiel am Arber durch Einwirkung des Menschen örtlich herabgedrückt ist. Sie wird nur auf den höchsten Bergen erreicht und schwankt am Arber zwischen 1350 und 1400 m. Nach oben schließt ein Krummholzgürtel oder eine subalpine Nardusheide an.

Der beherrschende Waldbaum des Hochwaldes ist die Fichte. Vereinzelt beigemischt ist ihr die Buche, zunächst noch baumförmig, zwischen 1200 und 1300 m in Einzelexemplaren und Strauchform. An der Untergrenze findet sich vor allem in Quellbereichen die Tanne, an blockreichen Hängen bis 1300 m der Bergahorn. Häufig gesellt sich die Vogelbeere zur Fichte, im allgemeinen als Strauch, an Steilhängen und Felsriegeln der höchsten Lagen der Fichte jedoch im Wuchs ebenbürtig. In quellfeuchten Felsrinnen kommt vereinzelt die Salweide vor.

TRAUTMANN unterscheidet im Fichtenhochwald *drei Subassoziationen:*

In feuchten Bachmulden und vereinzelt auf blockreichen NW- bis O-Hängen der unteren Lagen des Lophozieto-Piceetums findet sich die Subassoziation von Mastygobrium. Die Wälder dieser Untergesellschaft, die flächenmäßig nur eine untergeordnete Rolle spielen, stellen Übergangsformen vom Fichten-Auwald des Bayerischen Waldes zum typischen Hochlagenwald dar. Kaltluftstau und verzögerter Wasserabfluß verursachen in den Muldenlagen die Ausbildung dieser Untergesellschaft; an N- bis O-Hängen sind es lang andauernde Schneedecke und hohe Luftfeuchtigkeit.

In der typischen Subassoziation, die flächenmäßig den weitaus größten Anteil am Hochlagenwald einnimmt, beobachtete TRAUTMANN eine oft klein-(seltener groß-)flächige Ausbildung von Facies, wobei vor allem Athyrium alpestre, Calamagrostis villosa und Vaccinium Myrtillus mehrere Quadratmeter große Reinbestände bilden. Alle drei Arten besiedeln verschiedene Kleinstandorte: Athyrium kleine Rinnen oder sickerfeuchte Flächen, Vaccinium erhöhte und oft flachgründige Stellen (Blöcke, Stockanläufe), Calamagrostis bevorzugt feuchte Stellen ohne an trockenen zu fehlen. Die Ausbildung der Bodenpflanzendecke ist nur bei ausreichendem Licht möglich. Die Vitalität schwindet im Bestand, unter Fichtenschirm fehlen alle drei Arten.

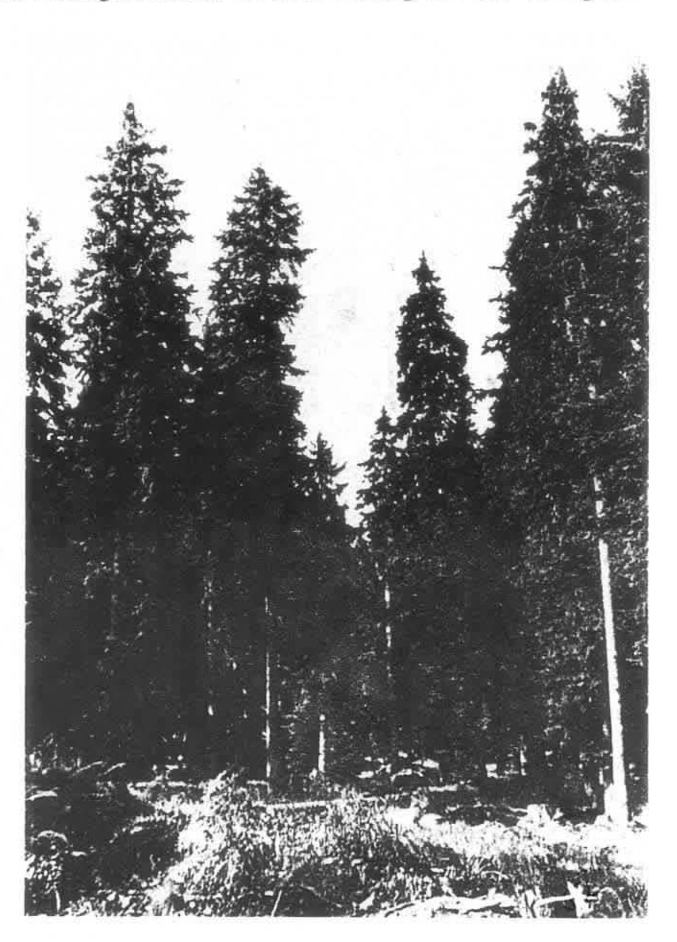


Abb. 3. Fichtenhochwald am Großen Falkenstein (SH 1312 m)

Auf blockreichen Steilhängen in SW- bis SO-Exposition ist die flächenmäßig unbedeutende Subassoziation von Vaccinium Vitis-idaea beschränkt und bildet hier ein erstes Stadium der Waldbesiedlung. Neben Flechten, die auf die Trockenheit dieses Standortes hinweisen, siedeln häufig einige Astmoose.

3. Geologie

Der Bayerische Wald gehört zu den ältesten Gebirgen der Erde. Im Algonkium bedeckte das Gebiet des heutigen Gebirgskammes ein Meer, auf dessen Grund es über

älterem kristallinem Gestein zu tonigen, mergeligen, sandigen und kalkhaltigen Ablagerungen kam. Während der assyntischen Gebirgsfaltung dieser Zeit und der später im Silur aufgetretenen kaledonischen Gebirgsbildung drangen mehrmals Schmelzflüsse aus tiefer liegenden Herden in die Erdkruste ein, Druck und Erwärmung ließen neue Gesteine entstehen, und bildeten alte um. In das bereits verfestigte kristalline Gebirge brachte die variskische Gebirgsbildung des Oberkarbon neue Änderungen, von denen die hydrothermale Ausfüllung der jungen Pfahlspalte die bedeutendste ist. Verwitterung und Abtragungen während der Perm- und Triaszeit ließen nur mehr einen Einebnungssockel übrig. In das abgetragene Gebirge drang das Jurameer vor und setzte eine mächtige Weißjuradecke ab. Durch eine neuerliche Hebung an der Wende von Jura zur Kreidezeit wurde die Weißjuradecke wieder abgetragen. Die jüngste Heraushebung des Bayerischen Waldes lief paralell zur Auffaltung der Alpen an der Wende von Erdmittelalter zur Erdneuzeit. In den dabei entstandenen Absenkungsraum zwischen Bayerischem Wald und Alpen drang zweimal das Meer ein und überflutete auch den vorderen Teil des Bayerischen Waldes. An der Landoberfläche setzten wieder Verwitterung und Abtragung zuerst unter tropischem, dann subtropischem und schließlich kühlerem und feuchterem Klima ein.

Den *geologischen Untergrund* in den Hochlagen bilden kristalline Gesteine, überwiegend Granite und Gneise, örtlich Glimmerschiefer. Die Granite beherrschen den „Unteren Bayerischen Wald", die Gneise das Gebiet um Rachel, Falkenstein und Arber. Lackaberg, Osser und Hoher Bogen sind aus Glimmerschiefer aufgebaut.

Während des Pleistozäns erhielt die Landoberfläche ihre derzeitige Gestalt. PRIEHÄUSSER (1927, 1930, 1938, 1955, 1956, 1961, 1963) konnte 8 Kaltzeiten feststellen. Drei davon blieben auch in den Hochlagen ohne Verfirnung. Aus ihnen sind an periglazialen Bildungen nur noch einige, jedoch gewaltige Reste in Form von Blockmeeren erhalten geblieben. Im Verlauf der fünf durch Vereisung gekennzeichneten Kaltzeiten entstanden die noch eingehender zu behandelnden Schuttdecken der Hochlagen.

Für die heutigen Voraussetzungen des Wachstums waren die *Einwirkungen der Eiszeit* von entscheidender Bedeutung. Während dieser Epoche wurden die an Nährstoffen verarmten teritären Böden abgetragen oder verschüttet, wobei die Hangstandorte naturgemäß bevorzugt wurden. An ihre Stelle traten die eben erwähnten Schuttböden. In der Regel war damit eine Verbesserung der physikalischen Eigenschaften hinsichtlich der Wasseraufnahme, Wasserspeicherung und Belüftung verbunden. Diese ursprüngliche günstige Ausgangslage erfuhr jedoch durch die waldgeschichtliche Entwicklung teilweise eine Verschlechterung. Rohhumusanhäufung und Verdichtung des B-Horizonts sind ihre wesentlichsten Merkmale.

4. Böden

Die *Bodenunterlage* der Hochlagenstandorte besteht, abgesehen von einigen nackten Felsaufschlüssen auf Berggipfeln in den Seewänden und auf Felsriegeln, aus Schuttdecken, die PRIEHÄUSSER (1951, 1955, 1958) als Firnbodenschutt und Firneisgrundschutt bezeichnet.

Firnbodenschutt findet sich auf flachen Kuppen und Rücken ohne Anschluß an höheres Gelände (Verebnungsflächenreste). Er ist unter der Eiseinwirkung aus dem anstehenden Gestein hervorgegangen. Er erreicht eine Mächtigkeit von etwa 1 bis 1,5 m und geht allmählich über eine Störungszone, die jedoch kein den Wasserabstieg hemmendes Material darstellt, in den ungestörten Zersatz von meist großer Mächtigkeit über.

Der *Firneisgrundschutt* bedeckt in den Hochlagen die Hänge, er war hier einer kräftigeren Bearbeitung und Bewegung durch das Eis ausgesetzt. Firneisgrundschutt besteht aus zerriebenen Gesteinen wie aus angerundeten, kleineren und größeren Gesteinstrüm-

mern, die von Firneis aufgenommen und verfrachtet wurden. Unter dieser eiszeitlichen Einwirkung wurde an Feinmaterial reicherer Zersatz etwas verschmiert. Der Firneisgrundschutt hat deshalb stellenweise von seiner Wasserdurchlässigkeit eingebüßt. Die intensivere Bearbeitung und Umlagerung führte jedoch zu einer günstigeren Nährstoffausstattung des Firneisgrundschuttes.



Abb. 4. Hochlagen-Hochmoor (Forstamt Buchenau)

Der *Bodentyp* der ebenen bis schwach geneigten Verebnungsflächenreste auf Firnbodenschuttunterlage ist ein Podsol unterschiedlich starker Ausprägung. Auf einigen Sonderstandorten kam es zur Ausbildung von Mooren (Abb. 4). Die Bodentypen der Hochlagenhänge auf Firneisgrundschutt sind nicht einheitlich. Auf den Firneisgrundschuttdecken der letzten Kaltzeit findet sich Braunerde, auf schwach ausgebildetem Firneisgrundschutt der weniger geneigten Oberhänge Podsol-Braunerde. Wo örtlich zeitweiliger oder dauernder Wasserüberschuß gegeben ist – es sind dies überwiegend Muldenstandorte, gekennzeichnet durch die Subassoziation vor Mastigobrium – kam es zur Bildung von Gleyböden mit meist mächtiger und scharf abgesetzter Rohhumusauflage.

5. Klima

Eine Schilderung des rauhen Klimas fehlt in keiner der früheren Hochlagenbeschreibungen. Genauer untersucht wurden die Klimadaten in mehreren Arbeiten des Meteorologischen Instituts München am Großen Falkenstein (Baumgartner 1956, 1957, 1958, 1960, 1964; Baumgartner, Kleinlein, Waldmann 1956; Waldmann 1959). Die Gegenüberstellung der Ergebnisse aus den verschiedenen Höhenlagen ermöglicht eine klimatologische Abgrenzung der forstlichen Standorte des Bayerischen Waldes.

Das rauhe Klima der Hochlagen kommt deutlich zum Ausdruck bei Untersuchung des *Wärmefaktors.* Die Kammlagen erreichen bei der Mitteltemperatur Mai–Oktober,

dem mittleren Temperaturmaximum Mai–Oktober und dem absoluten Temperaturmaximum Juli 1955 die ungünstigsten Wärmebedingungen, beim mittleren Temperaturminimum Mai–Oktober und beim absoluten Temperaturminium Januar 1954 liegen sie nur knapp hinter den ebenfalls wärmebenachteiligten Talstandorten zurück. Einen weiteren Einblick in die Wärmeverhältnisse der Hochlagen geben die Temperatursummen der Monate April bis November. Bezogen auf das Mittel der Endsummen aller Stationen erreichen die Hochlagen als kühlste Standorte nur 79 % der Temperatursummen der wärmsten Standorte.

In engem Zusammenhang mit den Minimumtemperaturen steht die Anzahl der *Frosttage* bzw. der Dauer der Frostperiode. Sie ist im Vergleich mit der Zeit des Austreibens der einzelnen Baumarten von besonderem forstlichem Interesse. Talgrund und Talnähe weisen die höchste Frostgefährdung auf. Oberhalb 1100 m erfolgt der Austrieb in der frostfreien Zeit.

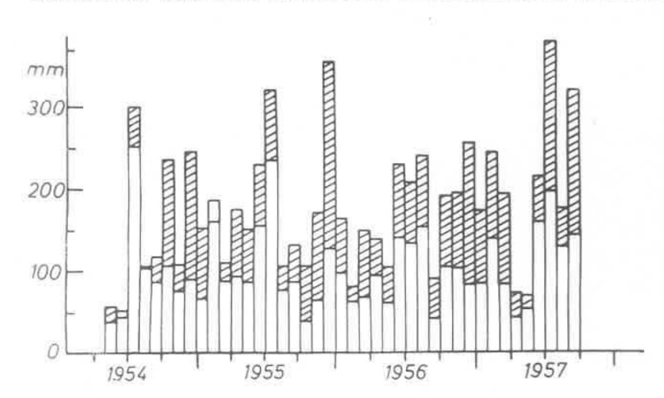


Abb. 5. Monatssummen des Normalniederschlags (weiße Säulen) und des Nebelzuschlags (schraffierte Säulen) am Gipfel des Großen Falkenstein von Mai 1954 bis September 1957 (nach BAUMGARTNER 1958)

Die geringe Wärmeversorgung der Hochlagen spiegelt sich in der *Schneedecke* wieder. Es fällt dort am meisten Schnee, und zwar vorwiegend als Pulverschnee. Die Schneedecke löst sich erst Mitte Mai allmählich auf. Neben der niedrigen Temperatur liegt die Ursache für das späte Abschmelzen auch in der durch häufige Nebel beeinträchtigten Einstrahlung. Aufbau, Zustand und Abbau der Schneedecke werden vom Vorhandensein und der Struktur der Bestockung beeinflußt. Ihre wesentlichsten Auswirkungen sind Anhäufung von lockerem Schnee in Bestandslücken und Zurückhalten des Schnees durch das Kronendach. Letzteres hat Tropfenschnee- und Eisbildung im Boden geschlossener Bestände zur Folge; das Eindringen des Frostes in den Boden wird dadurch begünstigt. Während der Schneeschmelze apern nach Beobachtungen PRIEHÄUSSERS (1939) trotz der tieferen Schneedecke zuerst die Lichtstellen aus. In geschlossenen Beständen verzögert sich der Abbau des gefrorenen Tropfschnees, und erst nach weiterem Auftauen des Bodenfrostes kann das Wachstum der Vegetation einsetzen.

Entscheidend wird der Hochlagenstandort vom *Nebel und Nebelniederschlag* geprägt. Nebel wirkt sich nicht nur durch zusätzlichen Niederschlag aus; erhöhte Luftfeuchtigkeit, verminderte Transpiration, Verdunstung und Sonnenenergie und damit herabgesetzte Stoffproduktion sind durch ihn verursacht (Abb. 5). BAUMGARTNER findet das Nebelprofil so markant, daß man auf ihm eine spezifische Standortsgliederung mit folgenden Zonen aufbauen kann:

Nebelreiche Berglagen	(Gipfel–1150 m)
Übergangszone	(1150–800 m)
Nebelarme Zone	(800–700 m)
Zone der Talnebel	(700 m–Tal) .

Bezogen auf das gesamte Klimagebiet des Bayerischen Waldes ist der Nebelniederschlag unbedeutend. BAUMGARTNER gibt 2,3 % Anteil am Gesamtniederschlag an.

Anders sind die Verhältnisse in den Hochlagen. Dort kann das Nebelwasserangebot das Regenwasserangebot übertreffen; es ist damit entscheidend am Quellenreichtum der Oberhänge, an Vernässungen der Hochlagen, an Rauhreifablagerungen und Eisbehang beteiligt.

Unter Berücksichtigung aller beobachteten klimatischen Standortsfaktoren kommt BAUMGARTNER zur folgender Standortsgliederung, die nicht nur für den Großen Falkenstein Gültigkeit hat, sondern annäherungsweise auf den Hinteren Bayerischen Wald übertragen werden kann.

Tabelle 1

Klimatische Standortsgliederung am Großen Falkenstein

(nach BAUMGARTNER 1964)

Zone	Seehöhe (m)	Vertikale Zonenausdehnung (m)
6 Hochlage	1280 bis Gipfel	30
5 Berglage	1100 bis 1280	180
4 Oberer Hang	950 bis 1100	150
3 Mittlerer Hang	800 bis 950	150
2 Unterer Hang	700 bis 800	100
1 Tallage	600 bis 700	80

Zusammenfassend charakterisiert BAUMGARTNER die Berg- und Hochlage: „Von 500 m relativer Höhe an prägt zunehmender Nebelreichtum die Berglage. In ihr und vor allem in der etwa 30 Meter umfassenden Zone der Hoch-, Kamm- und Gipfellagen spielt der Nebelniederschlag aus den Wolken eine Rolle, der dort häufig zu Rauhfrost-, Eisbehang und Kronenbruch führt."

Eine Bestätigung der vorgenommenen Standortsabgrenzung fand BAUMGARTNER bei Untersuchung von Austriebszeit, Vegetationslänge und Triebslängen in den verschiedenen Höhenlagen. Die Reaktion der Pflanzen auf die klimatischen Verhältnisse ist unverkennbar. Die Ungunst des Hochlagenstandorts kommt hierin zum Ausdruck.

6. Standortsabgrenzung und Standortsgliederung

Einen Überblick über Lage und Flächenausdehnung der Hochlagenstandorte vermittelt Abb. 1. Sie ist das Ergebnis einer Standortskartierung, die für die Bergmassive des Arber, Falkenstein, Rachel und des westlichen Lusengebietes bereits von TRAUTMANN durchgeführt und nunmehr für Osser, Hahnenbogen (Forstamt Buchenau), östlicher Lusen (Forstämter Mauth-West und Mauth-Ost) und Dreisessel ergänzt wurde. Die *Gesamtfläche* umfaßt rd. *5800 ha,* hiervon sind rd. *500 ha* Nichtholzboden (Felsaufschlüsse, Blockriegel, Hochmoore, Weideschachten).

Innerhalb der *Hochlagen* können *vier Standortseinheiten* ausgeschieden werden. Zwei hiervon – unmittelbare Gipfelerhebungen und Moorböden – sind nach ihrer Flächenausdehnung von untergeordneter Bedeutung. Extreme Klima- und Bodeneinflüsse verursachen auf diesen Sonderstandorten besonders ungünstige Wachstumsbedingungen. Den weitaus größten Flächenanteil nehmen die beiden übrigen Standortseinheiten ein: Hochlagen*verebnungen* und Hochlagen*hänge.* Auch hier sind die Standortsunterschiede vornehmlich von den Klima- und Bodenverhältnissen her geprägt. Günstigere Wärmebedingungen und zur Braunerde tendierende Bodentypen sind die wesentlichsten Standortsvorzüge der Hochlagenhänge.

II. Die wald- und forstgeschichtliche Entwicklung des Fichtenhochwaldes

1. Die waldgeschichtliche Entwicklung des Fichtenhochwaldes in der Nacheiszeit

Die Erforschung der Waldgeschichte des Bayerischen Waldes geht in ihren Anfängen auf Untersuchungen von RUOFF (1932) zurück.

Die von dem genannten Autor ausgewerteten 10 Moorprofile liegen alle in der montanen Region in einem Niederschlagsgebiet von 1000 mm. Das aus diesen Einzeldiagrammen konstruierte Durchschnittsdiagramm gehört dem Typus der Fichtendiagramme an. Beginnend mit der Wärmezeit beherrscht die Fichte das Waldgebiet. Im einzelnen lassen sich für den Bayerischen Wald folgende Perioden unterscheiden:

Kiefernzeit (8100–6500 v. Chr.)

Den Hauptanteil der Pollen liefert die Kiefer, wahrscheinlich die Bergkiefer; daneben kommen in geringer Zahl Birken- und Weidenpollen vor.

Kiefern- und Haselzeit (6500–5500 v. Chr.)

Die Kiefern- und Haselzeit ist gekennzeichnet durch ein sehr warmes und vermutlich auch ziemlich trockenes Klima. Gegen Ende dieser Periode nehmen Kiefer und Hasel wieder ab. Die Fichte gewinnt zunehmend an Anteil.

Eichenmischwald-Fichtenzeit (5500–3000 v. Chr.)

Der Eichenmischwald dominiert. In den höheren Lagen prägt bereits die Fichte das Waldbild. Das atlantische, feuchtwarme Klima begünstigt die Ausbreitung der Buche und das Erscheinen der Tanne.

Buchen-Fichtenzeit (3000–800 v. Chr.)

Das erste Buchen-Maximum und die Zunahme der Tanne kennzeichnen diesen Abschnitt.

Buchen-Tannen-Fichtenzeit (800 v. Chr. bis etwa 14. Jahrh. n. Chr.)

Tannen-Maximum und mehrere Buchen-Maxima sind die hervortretenden Merkmale.

Rezente Fichten-Kiefernzeit (ab 14. Jahrh. n. Chr.)

Die rezente Fichten-Kiefernzeit ist stark vom Einwirken der Menschen beeinflußt.

Das *Durchschnittsdiagramm* RUOFFS vermittelt einen Einblick in die Waldgeschichte des gesamten untersuchten Waldgebietes. Die waldgeschichtliche Entwicklung und das Verhalten der Baumarten in den verschiedenen Höhenstufen deutet FIRBAS (1952) an in einer Auswertung mehrerer Pollendiagramme verschiedener Moore des Bayerischen Waldes. Die Aussagekraft der angegebenen Pollenmittelwerte ist zwar durch die geringe Anzahl der untersuchten Moore beeinträchtigt, immerhin ist der höhere Anteil des Fichtenpollens in der Höhenstufe über 1100 m seit der Kiefern-Haselzeit in allen Perioden gegenüber den tieferen Stufen bemerkenswert. Ebenso ist hervorzuheben, daß

auch die Pollen anderer Baumarten in allen Zeitabschnitten in der obersten Stufe über 1100 m gefunden wurden.

In einer eingehenderen Untersuchung befaßt sich TRAUTMANN (1952) mit der *jüngeren Waldgeschichte* des Bayerischen Waldes, die Buchen-Tannen-Fichtenzeit und die rezente Fichten-Kiefernzeit umfassend. TRAUTMANN konnte an der Wende von Buchen-Tannen-Fichtenzeit zur rezenten Fichten-Kiefernzeit eine geschlossene Getreidekurve feststellen und die letztgenannte Periode in drei Abschnitte einteilen.

Im ersten Zeitabschnitt sind Buche und Tanne im Pollendiagramm noch verhältnismäßig häufig vorhanden. Sie treten im zweiten Abschnitt vor allem in den Hochlagen zurück. Birke und Siedlungszeiger erreichen ihre Höchstwerte. Der dritte Abschnitt ist durch Maxima von Fichte und sehr geringe Werte von Buche und Tanne in allen Höhenstufen gekennzeichnet. Der Birkenanteil verringert sich wieder.

TRAUTMANN datiert die einzelnen Abschnitte mit Hilfe eines Vergleichs der Siedlungsgeschichte des Bayerischen Waldes mit den Kurven des Getreidepollens, der Siedlungsanzeiger und des Birkenpollens. Eine erste Rodungsperiode drang in den Hinteren Bayerischen Wald im 12. und 14. Jahrh. vor. Hier ist der Beginn der rezenten Fichtenzeit anzusetzen. Eine stärkere Holznutzung mit Auflichtung der Waldbestände und Zunahme der Siedlungsanzeiger hatten Bergbau- und Glashüttenindustrie im 15. und vor allem im 16. bis 18. Jahrhundert im Gefolge. Die Grenze zwischen den ersten beiden Abschnitten der rezenten Fichtenzeit läßt sich folglich etwa ins 16. Jahrhundert legen. Mit Beginn einer geregelten Forstwirtschaft zu Anfang des 19. Jahrhunderts setzte die Umwandlung der ausgedehnten Birkenwälder in Fichtenbestände ein. Der dadurch verursachte Rückgang des Birkenpollens spricht für einen Beginn des dritten Abschnitts mit Fichtenmaximum in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Die Auswertung der Baumpollen-Diagramme für die Rekonstruktion der Waldentwicklung in den einzelnen Höhenstufen begegnet Schwierigkeiten. Bei der geringen Entfernung der Profilorte von benachbarten Höhenstufen mit anderen Standortsbedingungen muß mit dem Zuwehen erheblicher Mengen Fremdpollen gerechnet werden. Eine gesicherte Aussage über die waldgeschichtliche Entwicklung der Hochlagen ist deshalb aus den Moorprofilen nicht möglich.

Eine Möglichkeit, die waldgeschichtliche Entwicklung der Hochlagenstufe zu verfolgen und in diesem Zusammenhang das Alter der heutigen Fichtenstufe der Hochlagen festzustellen, sieht TRAUTMANN im vergleichenden Studium der *Rohhumusprofile*. TRAUTMANN konnte hierbei nachweisen, daß der Aufbau der Rohhumusdecken in den Hochlagen mit dem Anfang der Fichtenzeit, also frühestens etwa mit dem 14. Jahrhundert beginnt. Andere Rohhumusdecken des Bayerischen Waldes, z. B. diejenigen der Fichtenauwälder wurden als wesentlich älter ermittelt, da in ihnen die für den Beginn der rezenten Fichtenzeit charakteristische Getreidekurve gefunden werden konnte. In den Rohhumusdecken der Hochlagen war dies jedoch nirgends der Fall. Aus der Tatsache, daß unter Bergmischwaldbeständen im Gegensatz zu Fichtenreinbeständen der Tal- und Hochlagen die Rohhumusschicht abgebaut und in humosen Mineralboden umgewandelt wird, wie aus dem Fehlen der Getreidekurve in den Rohhumusdecken der Hochlagen zieht TRAUTMANN den Schluß, daß während des Übergangs von Buchen-Tannen-Fichtenzeit zur rezenten Fichtenzeit sich in den Hochlagen des Bayerischen Waldes auch eine Umwandlung von Bergmischwald zur reinen Fichtenstufe vollzogen hat. Die Ursache für beide Vorgänge muß in jener Klimaverschlechterung gesehen werden, die von verschiedenen Autoren (FIRBAS, LOSERT 1949) für den fraglichen Zeitabschnitt nachgewiesen wurde. Eine Einflußnahme durch den Menschen auf diese Entwicklung darf auf Grund der im folgenden darzustellenden forstgeschichtlichen Entwicklung jedenfalls für die Hochlagen ausgeschlossen werden.

2. Die Entwicklung des Fichtenhochwaldes unter dem Einfluß der Forstwirtschaft

a. Die Zeit vor den primitiven Operaten

Den Begriff des Holzmangels hat man im Bayerischen Wald jahrhundertelang nicht gekannt (KÖSTLER 1934) und das trotz eines ebensolangen Raubbaus am Walde, den der kurfürstliche Forstdirektor KLING 1795 in anschaulicher Weise schildert (SCHÜPFER 1917). Der Zustand der Waldungen veranlaßte KLING, von einem „waldmörderischen" Umgehen der Glashüttenmeister und Aschenbrenner zu sprechen. Offensichtlich war aber der *Überfluß an Holz von solchem Ausmaß*, daß nur die günstig gelegenen Waldteile ein Opfer dieser rücksichtslosen Nutzung wurden. „Sie hauen das Holz zum Aschenbrand an den Orten, von welchen es bequem auf die beiden Regenbäche und Stefanusbach zum Flößen und Triften nach Zwiesel und weiter gebracht werden konnte, da doch die Aschen in Butten hinweggetragen werden, also auch in anderen von den Bächen entlegenen Distrikten erholt werden könnte." Der unerschöpfliche Holzreichtum des gesamten Waldgebietes hat vor allem die Hochlagen vor nennenswerten Eingriffen verschont. Aus dem Jahre 1753 liegt ein Bericht des Jägers von Bodenmais vor, der im Rahmen der Beschreibung der Bergamtsgrenze bzw. des Waldbesitzes des Bergamtes Bodenmais u. a. über die Hochlagen ausführt: „Das ist lauter Hochwaldung, doch ist das Holz von manchen Orten sicher hart herab nach Bodenmais zu bringen wegen der Höhe der Berge und böser Wege, und wenn man das Holz von der Seewand und dem Arber fahren lassen wollte, so käme jeder Klafter über 2 fl (Gulden) zu stehen." Eine Bestätigung für die Unberührtheit der Hochlagen findet sich in der Cameral-Forstinstruction des Kurfürsten Karl Theodor für das Forstmeisteramt Zwiesel aus dem Jahr 1790. Dort heißt es: „Da in unseren Grenzhochwaldungen gegen Böhmen immer bisher eine Menge Holz ganz unbenutzt hat verfaulen müssen, so soll besonders in diesen Gegenden der Holzhandel zwar vorzüglich zum Besten unserer eigenen Untertanen nach Möglichkeit befördert und unterstützt werden, wo diese aber wegen allzubeschwerlicher und kostspieliger Ausfuhr kein Holz wollen, das Überflüssige auch an Böhmische Untertanen abgegeben und verkauft werden." Inwieweit und in welchem Umfang es zu solchen Abgaben kam, ist unbekannt. Die primitiven Operate um die Mitte des 19. Jahrhunderts sprechen jedenfalls durchwegs von „Urwald", der „der Ausnützung bisher zu fern" gewesen sei. Auch die Fabrikholzhiebe seien nur soweit vorgedrungen, „soferne ihr Material ohne schwierige Bergfahrt zur Hütte geschafft werden konnte, bis zu einer Entfernung von 6000–8000 Fuß". Die etwa um 1830 einsetzende „rationelle Behandlung der Waldungen" war wegen der Trift als dem bedeutendsten Transportmittel zunächst ebenfalls noch „an die Ferse der Bäche gebunden". Erst nach deren Ausbau mit Triftanlagen, der z. B. im Ilzer-Trift-Komplex 1836/37 abgeschlossen war, konnten „die Hölzer aus allen Lagen beigebracht werden".

Auch für den *Wolfsteiner Komplex*, den „Unteren Bayerischen Wald", der als Besitz des fürstbischöflichen Hochstifts Passau im Gegensatz zum „Oberen Bayerischen Wald" – Ilzer- und Regentriftkomplex – eine andere Einschätzung und waldbauliche Behandlung erfuhr, kann man bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts von einer Unberührtheit der Hochlagenbestände sprechen. „Der Komplex Wolfstein wurde schon frühzeitig seitens der fürstbischöflich-Passau'schen Regierung in seinem Wert und seiner Bedeutung erkannt und rationeller (als der Obere Bayerische Wald) behandelt ... Es liegt in der Natur der Sache, daß der Betrieb anfänglich in die Waldgebiete nächst der Triftbäche und in die Nähe der Glashütten verlegt wurde."

In zwei Fällen wurden auch die Hochlagen von *stärkeren Eingriffen* erreicht.

Vom Jahr 1748 angefangen holzte der böhmische Graf CLAM GALLAS die Süd- und Westhänge des Dreisesselstockes bis in die Hochlagen ab. Die Waldungen am Dreisessel,

die sogenannten „Plöckensteiner Waldungen" kamen erst im Jahr 1767 durch Kauf in das Eigentum der Fürstbischöfe von Passau. Nach den vorhandenen Aufzeichnungen müssen die Nutzungen des Grafen CLAM GALLAS in Form von Exploitationshieben durchgeführt worden sein. Nur das schwächere Material und schwer zu bearbeitende Stämme blieben zurück; auch der vorhandene Vorwuchs wurde verschont. Auf den Abtriebsflächen wurde anschließend von Hand gesät.

Ein ähnlicher Eingriff erfolgte auf Grund eines Holzabgabevertrages mit dem Fürsten SCHWARZENBERG in den Hochlagenbeständen des nach Böhmen einhängenden heutigen Distriktes Wildscheuereck des Forstamtes Zwiesel-Ost in den Jahren 1811–1830.

Aus den *Beschreibungen der primitiven Operate* und ihrer Vorgänger läßt sich ein anschauliches Bild der „Hochwaldungen" jener Zeit rekonstruieren.

Der bis 300 und mehrjährige fast reine Fichtenwald ist nur an wenigen Orten mit Bergahorn und Vogelbeere gemischt. Bäume jeden Alters sind darin vertreten. „Uralte aber noch aufrechtstehend, conisch gewachsene Fichtenskelette mit ihren tief herabhängenden, gebleichten Ästen wechseln mit gerade im kräftigen Alter stehenden, im Absterben begriffenen Stämmen mit einer aus mit Moos bedecktem Lagerholze sprossenden jungen Pflanzenbrut." Zum Teil enthält das Lagerholz noch viel nutzbares Material. Nur an wenigen Stellen kann man von einem geschlossenen Bestand sprechen. Das Wachstum ist gering, aber lang andauernd, der Schaft kurz.

Reste einer derartigen Bestockung finden sich heute noch an wenigen abgelegenen Standorten, so z. B. oberhalb der Arberseewand im Forstamt Bodenmais oder am Rachel- und Lusengipfel. Ihre schwierige Zugänglichkeit hat diese Bestandsreste erhalten (Abb. 6, 7).

b. Die Periode der Einzelplenterung

Die Periode der *Einzelplenterung,* beginnend mit den primitiven Operaten bzw. der Zeit der vorbereitenden Arbeiten hierzu und auslaufend etwa in den zwanziger und dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts, erscheint beim Studium der einschlägigen Forsteinrichtungswerke zunächst als ein sehr uneinheitlicher Zeitabschnitt, jedenfalls was die Planung anbelangt. Die tatsächlich durchgeführte Waldbehandlung, die mit Ausnahme der Katastrophenjahre 1868 mit 1875 und der nächsten Folgejahre nur eine plenterartige Nutzung kannte, rechtfertigt jedoch ihre Zusammenfassung.

Die zu Beginn des 19. Jahrhunderts im Bayerischen Wald einsetzende *rationelle Behandlung der Waldungen* bezog auch die Hochlagenbestände in die forstliche Planung mit ein. Nach Ausbau von Triftanlagen und Ziehbahnen war schließlich auch die Voraussetzung dafür gegeben. Man war sich jedoch bewußt, daß diese Bestände auf Grund ihres Aufbaus und Wuchsganges, der Ungunst des Standortes sowie ihrer Bedeutung als Schutzwald für die tieferen Lagen eine von dem übrigen Vorgehen abweichende waldbauliche Behandlung erfordern.

Nach Beendigung einer Inspektionsreise durch die Reviere des Bayerischen Waldes rief der königliche Ministerialkommissär WALDMANN am 5. Juni 1840 die Amtsvorstände der damaligen Forstämter Wolfstein, Schönberg und Zwiesel nach St. Oswald, um „gemeinschaftlich die wichtigeren Gegenstände des forstwirtschaftlichen Betriebes zu besprechen". Nach dem über diese Besprechung vorliegenden Protokoll eignen sich – so war die „übereinstimmende Ansicht" der anwesenden Forstbeamten – die „hochgelegenen Fichtenurwaldungen nicht zum schlagweisen Betrieb, vielmehr sollten sie mit großer Sorgfalt in periodisch wiederkehrenden Plenterhieben genutzt werden. Zunächst sei jedoch dieser Frage keine wesentliche Bedeutung beizumessen. Das Hauptaugenmerk wolle man vorerst auf die Reinigung der betreffenden Waldungen von dem noch brauchbaren dürren und abständigen Holze richten. Erst am Schlusse dieser Operation gewinne die Entscheidung der Frage ihre entsprechende Wichtigkeit, ein Zeitpunkt, der



Abb. 6. Fichtenhochwald-Urwaldbestände. Forstamt Bodenmais, Abt. Seewand

übrigens noch sehr entfernt liegt". Welchen Wert man der forstlichen Nutzung der Hochlagenbestände beimaß, zeigt das Besprechungsprotokoll für den Ilzertrift-Komplex (1843), das „hier die Nebennutzungserträgnisse (Weide) denen der Holzproduktion weit voranstellte".

Die 1849 im III. Heft der Forstwirtschaftlichen Mitteilungen der Bayerischen Staatsforstverwaltung veröffentlichten *Wirtschaftsregeln für den Bayerischen Wald* brachten schließlich das endgültige „Placet" für die Plenterbehandlung der Hochlagenbestände. Die Bedeutung dieser Wirtschaftsregeln für die Hochlagenbehandlung der nächsten Jahrzehnte erlaubt ihre wörtliche Wiedergabe.

„Die ungünstigen klimatischen Boden- und Terrainverhältnisse, in welchen diese sogenannten Hochwaldungen (2te Bestandeskategorie) sich befinden, bedingen vorsichtige Ausnutzungen derselben und eine Betriebsweise, bei welcher die Fläche fortan in bewaldetem Zustande verbleibt. Deshalb wurde für diese auf die höheren und höchsten Lagen beschränkte Waldtheile schon früher der ständigen Plänterbetrieb begutachtet und dessen Beibehaltung genehmigt.

Die Fichte wird in diesen Hochwaldungen weithin die vorherrschende Holzart bleiben. Doch trachte man Lärchen und Ahorne möglichst zahlreich einzumischen.

Nur nachfolgende Hiebsarten haben in dieser Waldbestandsform Eingang zu finden:

1. Reinigungs- oder Auszugshiebe

In den meisten hierher einschlägigen Abtheilungen hat sich eine große Anzahl der in der letzten Zeit, theilweise bis auf mehrere Dezenien zurück, abgestorbenen Fichten stehend erhalten. Sie sind zwar rindenlos, versprechen aber in der Mehrzahl noch brauchbares Material für Brennholz zu liefern. Diese Stämme ihrem gänzlichen Verderben zu entreißen, ist erste Aufgabe und soll durch einen die nächste Zeit zu führenden Reinigungs- (Auszug) Hieb gelöst werden. Gleichzeitig mit der Aufarbeitung dieser Dürrhölzer wären auch die im Bestand vorhandenen schadhaften, dann die gipfeldürren und entschieden rückgängigen Stämme, unter Verschonung alles noch zuwachsfähigen, zur Fällung zu bringen.

Da auch in der Folge Dürrhölzer in diesen Waldungen anfallen werden, so wären diese Reinigungshiebe periodisch, doch in nicht zu kurzen Zeitabständen, zu wiederholen.

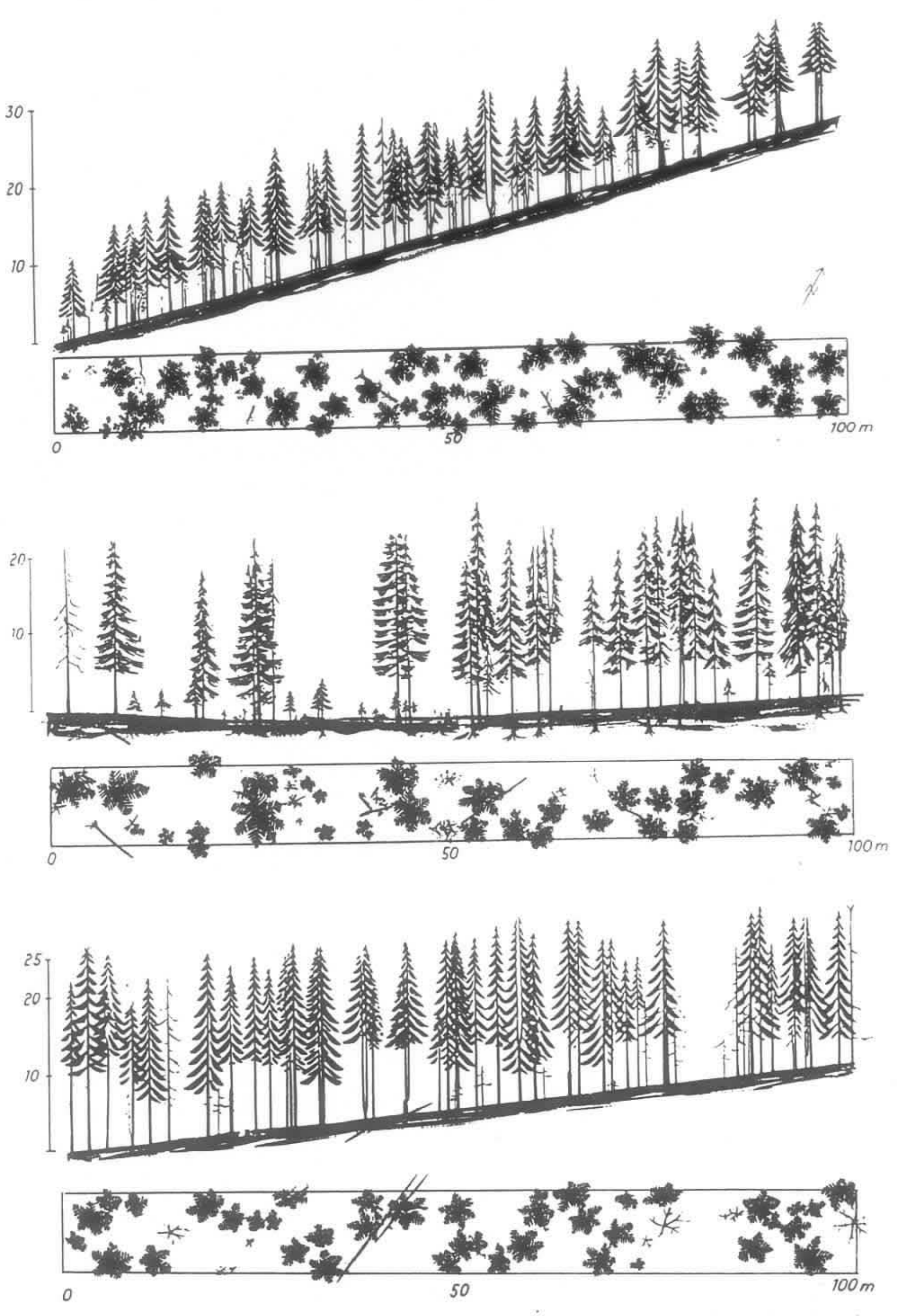


Abb. 7. Bestandsaufrisse von Urwaldbeständen (von oben: Forstamt Klingenbrunn, Abt. Rachelwiese; Forstamt Bodenmais, Abt. Seewand; Forstamt St. Oswald, Abt. Lusenbuchet)

2. Plänterhiebe

Der eigentliche Plänterhieb hat zum Zwecke, durch den Auszug der alten und stärkeren Stämme des Bestandes, welche entweder ihren Höhenwuchs bereits beendet haben, und nur geringe Massenanlagen noch besitzen, oder die jüngeren Baumklassen überschirmen, diesen letzteren eine freiere Stellung und die Möglichkeit kräftigerer Entwicklung und besseren Zuwachses zu verschaffen. Je zahlreicher das beigemischte Jung- und Mittelholz vorhanden ist, desto weniger ist das ältere Holz mehr nothwendig, und desto ausgedehnter kann dessen Wegnahme Platz ergreifen. In diesem Falle wird der dem ersten folgende Plänterhieb in weite Ferne gerückt, und der Bestand bis zur wieder eintretenden Haubarkeit der älteren Stammklassen nur von Zeit zu Zeit mit den erwähnten Reinigungshieben zu belegen sein.

Anders ist zu verfahren, wenn die alten starken Stämme gedrungener stocken, und die jüngeren Klassen nicht so vertreten sind, daß sie nach Wegnahme jener mit der Zeit einen hinlänglich geschlossenen Bestand zu bilden im Stande wären. Hier beschränke sich die nächste Plänterung nur auf den Auszug der rückgängigeren und am meisten überschirmenden Individuen, und man suche den Bestand in eine solche Stellung zu bringen, daß allmählich Anflug von ausgedehnterem Maße erfolgen und das bereits vorhandene Jungholz genugsam erstarken, resp. zu Mittelholz sich ausbilden könne. Ist beides erfolgt, so werde auch einen zweiten, vielleicht schon in der folgenden Wirtschaftsperiode wiederkehrenden Plänterhieb der Rest des alten Holzes entfernt, sodann wie im ersten Falle verfahren.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß beide Fälle in ein und demselben Bestande vorkommen können, die Bewirtschaftung desselben also nach beiden Richtungen stattfinden müssen.

Durch das bezeichnete Verfahren werden die Plänterungen in möglichst langen Intervallen vorgenommen, die Zuwachsverhältnisse fraglicher Bestände denen regelmäßig verjüngter möglichst nahe gebracht, sohin aufs höchste gesteigert, und die Fläche in steter Bewaldung erhalten werden können.

Fichtenhochwaldungen, welche nicht auf den Höhen, sondern schon tiefer und an der Grenze der gemischten Waldungen gelegen sind, wo die klimatischen Verhältnisse minder ungünstig einwirken, können durch regelmäßige Dunkelschlagstellung verjüngt werden, und es bedarf hier nur der Vorsicht, daß zur Schlagstellung so viel als thunlich das geringere Material benützt und die Nachhauung nicht zu frühzeitig geführt werde."

Die Wirtschaftsregeln für den Bayerischen Wald entstanden in der Zeit der Vorarbeiten – und wohl als deren erstes Ergebnis zu den primitiven Operaten des Wolfsteiner Komplexes (1855) und des Regentrift-Komplexes (1856). So erklärt sich auch ihr Einfluß auf diese beiden Forsteinrichtungswerke wie auf die im Jahre 1850 durchgeführte erste Revision im Ilzertrift-Komplex. Offensichtlich sympathisierte man aber bereits während der Fertigstellung der oben genannten beiden primitiven Operate mit dem Dunkelschlag und wollte seine Anwendung nicht, wie in den Wirtschaftsregeln vorgesehen, auf die Übergangsbestände an der unteren Hochlagengrenze beschränken, sondern mit wenigen Ausnahmen auch in den eigentlichen Hochlagenbeständen anwenden. Diese Schlußfolgerung muß man vor allem aus dem primitiven Operat des Regentrift-Komplexes ziehen, das an den Wirtschaftsregeln von 1849 zwar im allgemeinen festhielt, „jedoch die Herrschaft der Schlagwirtschaft den ganzen Waldkomplex mit Ausnahme des Abt. XXVII 1 Geige und XXVII 2 Seewand, Revier Rabenstein" ausdehnte. Auch für den Wolfsteiner Komplex ist im primitiven Operat zu lesen: „Dieser Plenterbetrieb soll sich aber dem schlagweisen Betrieb möglichst nähern." Am spätesten finden Schlagwaldvorstellungen in die Hochlagenbestände des Ilzertrift-Komplexes Eingang. In der „Comite-Beratung über die umfassende Waldstandsrevision im Ilzertrift-Komplex" vom 21. Juni 1862 unter Leitung von Ministerialrat Dr. v. Mantel wird angeordnet, „mit dieser Hiebsmanipulation (gemeint sind Reinigungshiebe und Plenterungen) auch die vollständige Verjüngung mit sorgsamer Schonung des Mittelholzes in der Weise zu verbinden, daß in der Folge eine regelmäßige Schlagwirtschaft möglich wird".

Mit den *Sturmkatastrophen der Jahre 1868 und 1870* verschwinden die Dunkelschlagideen wieder aus den Forsteinrichtungsplanungen; und das nicht nur für die Hochlagenbestände, sondern auch für die Fichten-Tannen-Buchen-Mischwaldbestände in den Hanglagen. Der Grund liegt darin, daß man die Folgen der Jahre 1868 und

1870 unter anderem auch dem Dunkelschlagverfahren anlastete. Der Vorwurf richtete sich vor allem dagegen, daß das zu schablonenhafte Verfahren des Dunkelschlags es nicht fertiggebracht hatte, die aus einer früheren Zeit unregelmäßiger Plenterung stammenden Bestände von dem noch zahlreich vorhandenen rückgängigen und abständigen Material – einem idealen Angriffspunkt für Sturmschäden zu reinigen. Überdies habe die gleichmäßige Auflichtung im Dunkelschlagverfahren die Bestände noch anfälliger gemacht.

Die unter dem noch lebendigen Eindruck der Katastrophenjahre abgefaßten Operate der Jahre 1878 (Regentrift-Komplex) und 1881 (Wolfsteiner Komplex) hatten schließlich den Dunkelschlag völlig abgeschrieben. Der *Femelschlag* – in anderen Waldgebieten bereits eingeführt – fand bereitwillige Aufnahme im Bayerischen Wald, vor allem da man sich von ihm die Lösung eines immer noch vorhandenen Problems erhoffte. Trotz Sturm und Käferkalamitäten war noch ein erheblicher Anteil der Bestände angefüllt mit überalterten, schadhaften und kränkelnden Bäumen. Der Femelschlag großzügig angewendet, frei von jeder Schablone und den Notwendigkeiten der einzelnen Bestände individuell angepaßt sollte nun endgültig diesem alten Übel abhelfen. Nach eingehender Schilderung des „horstweisen oder Femelschlagbetriebes" abgestellt auf die Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestände der Hanglagen kommt das Operat für den Regentrift-Komplex (1878) zu der Schlußfolgerung: „Mit wenigen Modifikationen wird sich die gedachte Betriebsweise auf jede der drei ausgeschiedenen Bestandsformen (Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestände, Fichtenauwaldungen und Fichtenhochlagenbestände) anwenden lassen." Nur würden die Auen und Hochlagen infolge ihrer schwierigen Standortsverältnisse besondere „Behutsamkeit" erfordern. „Die Hochwaldungen mit ihrer relativ schweren Verjüngung sind es vor allem, welche die äußerste Ruhe und Vorsicht erheischen." Man kann diese den Hochlagenbeständen angepaßte Modifikation des Femelschlags wohl als Annäherung der Waldbauplanung an das alte Plenterprinzip deuten. Unmißverständlich wird dies jedenfalls für den Wolfsteiner Komplex (Grundlagenprotokoll 1880 und Operat 1881) ausgesprochen. Auch dort wird der Femelschlag für die Mischbestände eingeführt und seine Abwandlung im oben bereits angedeuteten Sinne für die Anwendung in den Auwaldungen dargelegt. Besonders wird dabei hervorgehoben, bei der Hiebsführung sollte darnach getrachtet werden, „daß der neue Bestand mehr oder weniger weitgehende Unterschiede im vorherrschenden Alter sowohl im horstweisen, als auch im Einzelstande repräsentiere". Die erörternde Darstellung führt fort: „Derselben Behandlung dürften auch die sogenannten Fichtenhochwaldungen zu unterstellen sein. In diesen Hochlagen soll die Verjüngung der Bestände mit Hilfe des geregelten Plänterwaldbetriebes angestrebt werden, was bei dieser Bestandsform auch allein am Platze ist und allein eine entsprechende Wiederverjüngung sichert." Das Grundlagenprotokoll für den Wolfsteiner Komplex (1880) war dann auch Anlaß, durch Entschließung vom Dezember 1880 die im Operat des Ilzertrift-Komplexes von 1878 für die Hochlagen vorgesehene, noch aus der Dunkelschlagzeit stammende Waldbauplanung nach dem Wolfsteiner Vorbild umzustellen. Im Ilzertrift-Komplex fand die Plenterbehandlung der Hochlagenbestände in den Wirtschaftsregeln zum Operat von 1891 erneut eindeutige Befürwortung. Es wurde sogar die Ansicht vertreten, die Hochwaldungen würden „den Charakter des Plenterwaldes unter dem Einfluß des Standortes selbst dann wieder einnehmen, wenn ihre Umwandlung in nahezu gleichaltrige Bestände mittels des Femelschlagverfahrens oder der regelmäßigen Schlagwirtschaft mit langem Verjüngungszeitraum trotz entgegenstehender Schwierigkeiten möglich wäre".

Andere Vorstellung entwickelte die Forsteinrichtung im Wolfsteiner Komplex 1895. Ausgehend von der Feststellung, daß zur Zeit keine Hochwaldbestände der haubaren Klasse vorhanden seien, sah man keine Veranlassung, zum damaligen Zeitpunkt bereits eingehendere Bestimmungen über die Verjüngung der Hochlagenbestände zu treffen.

Unter Hinweis auf die befriedigenden Hochlagenbestände des Dreisesselgebietes, die „aus dem Kahlschlagbetrieb mit Aussaat der Schlagfläche aus der Hand" (Folgebestände aus der Zeit des Grafen Clam Gallas) hervorgegangen seien, spricht sich schon damals das Operat dafür aus, „daß die Hochwaldungen seinerzeit mittels Saumschlägen bzw. nach dem combinierten Verfahren – die auf Steinriegeln stockenden Bestände mittels zonenweisen Femelschlägen – zu verjüngen sein werden". Im Regentrift-Komplex hatte bereits die Forsteinrichtung von 1892 den Saumschlag für die „reinen oder nahezu reinen Fichtenbestände" angeordnet. Soweit es sich um Fichtenhochwaldungen handelte, sollten die Saumschläge kahl geführt werden. Die einfachen Waldstandsrevisionen der Jahre 1903 (Regentrift- und Ilzertrift-Komplex) und 1907 (Wolfsteiner Komplex) übernahmen die Waldbaugrundsätze ihrer Vorgänger ohne Änderung. Infolge der Auswirkungen des ersten Weltkrieges kam es erst wieder 1928/30 zur Ausarbeitung neuer Forsteinrichtungswerke im Bayerischen Wald, ein Zeitpunkt, der bereits als Beginn einer neuen Periode anzusehen ist.

Wie war nun tatsächlich die Behandlung der Hochlagenbestände in dieser an Planungen abwechslungsreichen Zeit? Um das Ergebnis vorwegzunehmen: Mit Ausnahme der schon mehrmals erwähnten Katastrophenjahre kannte man in den Hochlagen nur die Plenterung in Form der *Einzelplenterung*. Treffend bringt dies das Grundlagenprotokoll von 1880 für den Wolfsteiner Komplex zum Ausdruck: „Was die sogenannten Hochwaldungen, d. h. die reinen Fichtenwaldungen in der Hochregion betrifft, so muß hier der auch in den Wirtschaftsregeln empfohlene und faktisch noch nie verlassene geregelte Plänterbetrieb fortgeführt werden." Die trotz anders lautender Planung in der Praxis beibehaltene Plenterung erklärt sich daraus, daß man immer noch damit beschäftigt war, die Hochlagenbestände von dem reichlich vorhandenen rückgängigen-überalterten und noch brauchbaren abgestorbenen Material zu reinigen, was naturgemäß ein plenterartiges Vorgehen zur Folge hatte. Es kommt hinzu, daß im Anschluß an die Jahre 1868/70 mindestens ein Jahrzehnt jede geregelte Forstwirtschaft unterbunden war. Inzwischen war mit den Operaten von 1878 und 1881 die Waldbau-Planung wieder zur Plenterung zurückgekehrt und somit ihre Durchführung in der Praxis auch offiziell gebilligt. Für den Ilzertrift-Komplex änderte sich daran nichts mehr. Im Wolfsteiner Komplex standen in den Hochlagen für ein bestimmtes Verjüngungsverfahren keine Objekte zur Verfügung; die Verjüngung in dem 1895 empfohlenen Saumschlagverfahren würde erst „nach Umfluß von 48 Jahren" also etwa 1940 praktische Bedeutung erlangen. Im Regentrift-Komplex wurde 1892 für die Hochlagen der Saumkahlschlag vorgesehen, und die Zwischenrevision spricht auch von einer Bewährung der 1892 aufgestellten Wirtschaftsgrundsätze. Da aber die Verjüngung im Saumschlagverfahren für alle „reinen oder fast reinen Fichtenbestände" galt, hatte die Revision von 1904 vermutlich Erfolge dieses Verfahrens außerhalb der Hochlagen im Auge, wenn es von einer Bewährung sprach. In den Hochlagen sind heute jedenfalls keine Anhaltspunkte für eine Saumschlagverjüngung aus jener Zeit zu finden. Wenn also dort überhaupt etwas geschehen ist – manche Bemerkungen deuten unter Hinweis auf „dringliche und arbeitsfordernde Betriebsaufgaben in den mittleren Lagen" auf eine etwas stiefmütterliche Behandlung der Hochlagen hin – so war es ebenfalls nur eine Plenternutzung. Daß dabei immer noch der Auszug rückgängigen Materials eine erhebliche Rolle spielte, zeigt das Grundlagenprotokoll von 1904: „Im Großen und Ganzen wurde bisher bei Ausführung der Plänterhiebe lediglich schlechtes und abständiges Material entnommen." Die Forsteinrichtung 1930 für den Regentrift-Komplex berichtet rückblikkend auf den vergangenen Zeitabschnitt, daß tatsächlich in den Hochlagen nur Plenterungen und Durchforstungen ausgeführt wurden. Daneben brachte im Jahre 1929 ein Windwurf örtlich einen hohen Anfall an zufälligen Ergebnissen insbesondere in den Hochlagen des heutigen Forstamts Buchenau, dessen Fläche in den Jahren 1934 und 1936 in Staatswaldbesitz überging.

Der im Jahre 1908 von Grafen zu TOERING-JETTENBACH in der Kammer der Reichsräte eingebrachte *Antrag*, die bisherigen Nutzungen der bayerischen Staatsforstverwaltung „mit Rücksicht auf die Verhältnisse der Altersklassen und des Zuwachses und ferner in Anbetracht des Vorhandenseins überschüssiger, rückgängiger Altholzvorräte" zu überprüfen und gegebenenfalls den Nutzungen des Staatswaldes zu erhöhen, hatte keinen Einfluß auf die Hochlagenbestände genommen. Ebenso wie für die hochgelegenen Fichtenbestände des Alpengebietes wurde den Hochlagenbeständen des Bayerischen Waldes vom Antragsteller eine Sonderbehandlung eingeräumt.

Bei Beurteilung der fast ein Jahrhundert dauernden *Periode der Plenterung* stellen sich vornehmlich zwei Fragen: Entsprach die in der Praxis durchgeführte Art der Plenterung den Vorstellungen der Wirtschaftsregeln von 1849? – Wurde die damals aufgestellte und niemals aufgegebene Zielsetzung der dauernden Erhaltung des Fichtenhochwaldes auch erreicht?

Zur Beantwortung der ersten Frage sei nochmals darauf hingewiesen, daß die *Wirtschaftsregeln 1849* zwei Arten von Plentereingriffen kannten: „Reinigungs- oder Auszugshiebe" sollten die rückgängigen und abgestorbenen Bestandsglieder entnehmen; die „eigentlichen Plänterhiebe" hatten die Aufgabe, das Ankommen und die Weiterentwicklung der Verjüngung zu sichern, sie sollten sich daher in ihrem Ausmaß in erster Linie dem Bedürfnis der Verjüngungen anpassen. Nach Auswertung der Forsteinrichtungswerke und nach der gegenwärtigen Verfassung der Fichtenhochwaldbestände muß bezweifelt werden, ob es tatsächlich in ausreichendem Umfang zu den „eigentlichen Plänterhieben" im Sinne der Wirtschaftsregeln von 1849, die aktive Eingriffe zugunsten der Verjüngung forderten, gekommen ist. Es scheinen vielmehr überwiegend nur „Reinigungs- und Auszugshiebe" geführt worden zu sein.

Die in Form der Einzelplenterung geführten „Reinigungs- und Auszugshiebe" waren jedoch nicht geeignet, das Ziel der dauernden Erhaltung des Fichtenhochwaldes zu erreichen. Eine der wichtigsten Voraussetzungen hierfür, die Sicherung einer ausreichenden Verjüngung konnte nicht erfüllt werden. Die von Natur aus schon licht gestellten Hochlagenbestände wurden durch die Einzelplenterung noch mehr verlichtet, ohne daß dabei ausreichende Bedingungen für das Ankommen und die Weiterentwicklung des Jungwuchses geschaffen worden wären. Offenbar entstanden dadurch besonders günstige Verhältnisse für die Ausbreitung des Habergrases (Calamagrostis villosa), wodurch in den *Konkurrenzkampf zwischen Fichtenverjüngung und Gras* einseitig zum Nachteil der ersteren eingegriffen wurde. Das Ausbleiben einer ausreichenden Verjüngung hat der Periode der Einzelplenterung schließlich auch ein Ende gesetzt (Abb. 8, 9).

Für die verschiedentlich vertretene Auffassung, daß die Ausbreitung des Habergrases auf selektive Äsungsauswahl durch das in den Bayerischen Wald wieder vordringende Rotwild zurückzuführen sei, finden sich wenig Anhaltspunkte. Es widerspricht dieser Vermutung die Tatsache, daß die ausgedehnten Habergrasflächen in den rotwildfreien Hochlagen ebenso wie in den von Rotwild besiedelten Hochlagen vorhanden sind.

Neben der geschilderten waldbaulichen Behandlung nahm die Weidenutzung über einen erheblich längeren Zeitraum hinweg Einfluß auf die Bestände der Hochlagen. Rund dreieinhalb Jahrhunderte wurden Herden junger Ochsen, die bis zu 300 Stück und auch mehr zählten, von Pfingsten bis Michaeli in die besonders für die Viehweide geschätzten Hochlagen getrieben.

Die Waldweide erlebte in dieser Zeit eine bewegte Geschichte. Sie ist gekennzeichnet durch Streitigkeiten der einzelnen Berechtigten untereinander, ebenso wie unter den Dorfgemeinschaften und vor allem zwischen den Berechtigten und der Obrigkeit, die in aller Regel durch Forstbeamte verkörpert wurde. Waren es zunächst noch jagdliche Beweggründe – „das Glockenläuten vertreibe Wild" (1667) –, so traten mit zunehmen-

der Bedeutung der Holzproduktion immer mehr forstliche Motive in den Vordergrund, die die Gegnerschaft der Forstleute hervorriefen. 1754 klagt Waldinspektor HEPPE, daß „die Waldweide den Waldungen argen Schaden" zufüge. In der Folgezeit fehlte es nicht an Versuchen, die dem Wald durch die Viehweide drohenden Schäden durch Forstordnungen in Schranken zu halten: Zu nennen sind Beschränkung des Weideviehs und der Weidezeit, Verbot des Geißeneintriebs mit Ausnahme von 2 Geißen für den Hirten, Weideverbot in Verjüngungen „bis gleichwohl die Gipfel des ganzen Anflugs dem Vieh aus dem Maul gewachsen waren und kein Schaden mehr zu besorgen sei" und schließlich der Vorschlag des Hofkammerrates UTZSCHNEIDER (1788), die entgegenstehenden Interessen der Forstleute und Viehhalter durch Trennung von Wald und Weide bei gleichzeitiger Verbesserung der Weideflächen (Weideschachten) abzugrenzen.



Abb. 8. Geplenterte Fichtenhochwaldbestände (Einzelplenterung) von Habergras unterlaufen (Forstamt Zwiesel-Ost, Abt. Sulzschachten)

Die während des gesamten Zeitraumes heftig, bisweilen auch handgreiflich ausgetragenen Fehden sind ein Beweis dafür, daß die Waldweide in der Tat anders ausgeübt wurde als es die einschlägigen Bestimmungen und Vorschläge vorgesehen hatten. So waren ihre nachteiligen Einflüsse auf den Hochwald, insbesondere auf seine Verjüngung, auch über dreieinhalb Jahrhunderte wirksam, bis die Waldweide in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts durch Ablösung oder Nichtausübung schließlich eingestellt wurde.

c. *Die Periode der Katastrophenjahre 1868/75*

Während der Periode der Einzelplenterung gingen über den Bayerischen Wald in kurzen zeitlichen Abständen aufeinanderfolgend zwei Sturmkatastrophen hinweg am 7./9. Dezember 1868 und am 26./27. Oktober 1870, die mit den unmittelbaren Folgeerscheinungen die Forstwirtschaft dieses Gebietes bis in die 90er Jahre entscheidend beein-

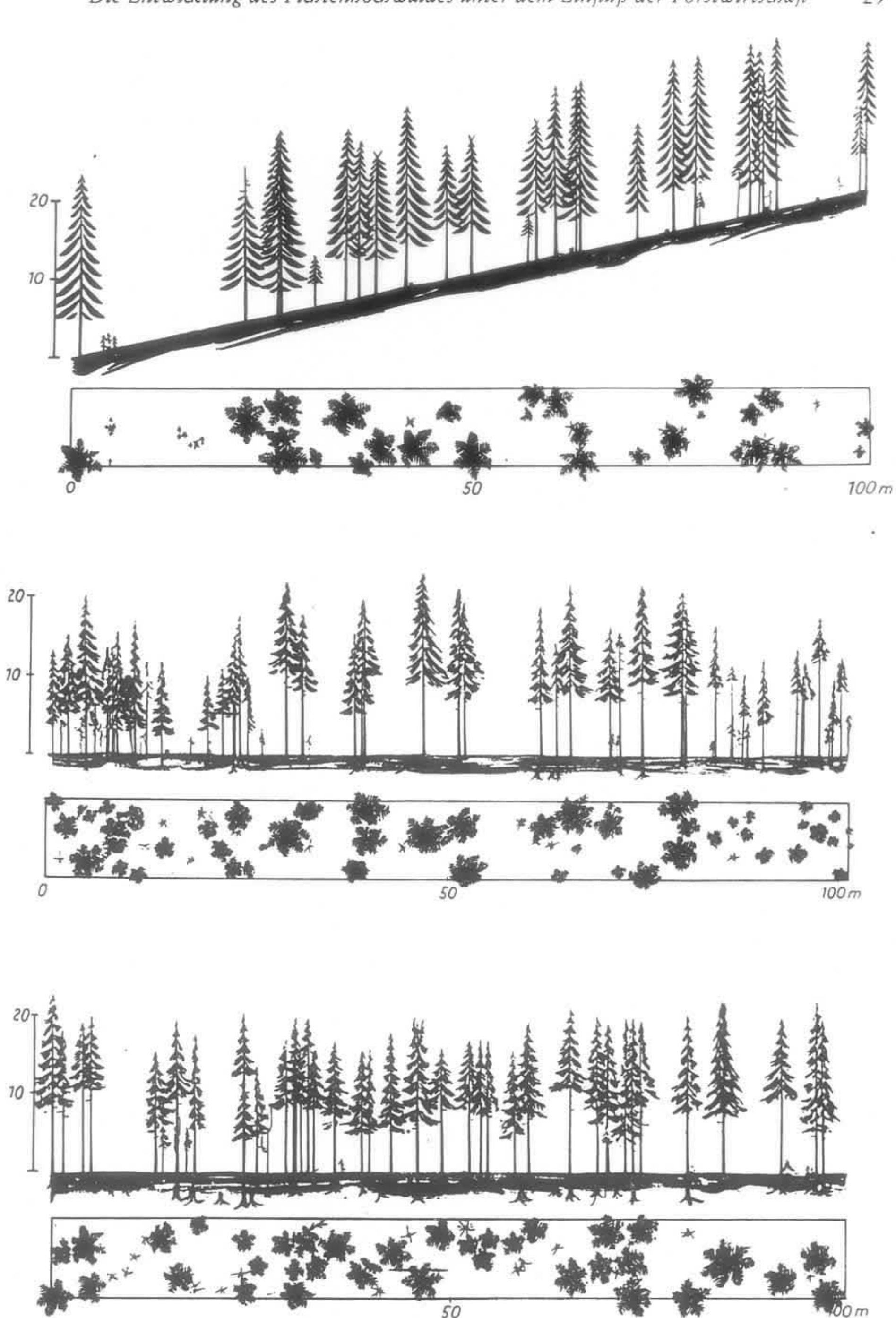


Abb. 9. Bestandsaufrisse geplenterter Fichtenhochwaldbestände (von oben: Forstamt St. Oswald, Abt. Hochgfeicht; Forstamt Zwiesel-Ost, Abt. Sulzschachten; Forstamt Rabenstein, Abt. Trockene Grube)

flußten und deren Spuren heute noch insbesondere in den Hochlagen verfolgt werden können. Ein Chronist jener Tage weiß von zahlreichen Sturmschäden im „Waldgebirg" zu berichten (1824, 1828, 1834, 1839/40, 1848, 1853, 1859, 1862); keiner von ihnen hat den Betrieb ernstlich gestört, keiner einen Schadensanfall in Höhe des Jahresetats erreicht. So ist es erlaubt, jene ***beiden West/Südwest-Stürme der Jahre 1868 und 1870 säkular*** zu nennen. Im Regentrift-Komplex lagen 1868 rd. 235 000 ster, 1870 rd. 800 000 ster am Boden; der Jahresetat betrug 95 000 ster. Von ähnlichem Ausmaß waren die Schäden im Ilzertrift-Komplex und im Wolfsteiner Komplex; Zahlen fehlen hier zwar, die Schilderungen der Operate jedoch bestätigen das.

In Beurteilung dieser Ereignisse schreibt das Operat des Jahres 1878 für den Regentrift-Komplex: „Zunächst möge in dieser Richtung constatiert sein, daß der ungeheueren Gewalt derselben, insbesondere vom Jahre 1870 in den ihm völlig preisgegebenen Örtlichkeiten einfach Nichts Widerstand zu leisten vermochte, und daß gleiche Ereignisse für alle Zeit gleiche Wirkung hervorbringen werden. Er schonte nicht die gegenüber der Fichte sturmfestere Tanne, kaum die Buche, er hob die Wurzeln aus trockenem und aus nassem Boden, aus fester, tiefgründiger Mischung wie aus lockerem Gerölle; wich die Wurzel nicht, brach der Schaft." Obwohl das Operat die ungeheuere Gewalt der Naturelemente nicht verkannte, brachte es, wie schon dargelegt, auch „die bisherige Wirtschaft (Dunkelschlag) mit dem unheilvollen Wirken der betreffenden Stürme in ursächlichen Zusammenhang".

Neben den Auwaldbeständen war vor allem die Hochlagenbestockung den Stürmen zum Opfer gefallen, gleichgültig, ob sie noch geschlossen oder durch „Plenterung ortsweise gelichtet" war.

Nach dem Sturmbruch des Jahres 1868 wurde bereits im Sommer 1869 und 1870 ein stärkeres Auftreten verschiedener *Borkenkäfer* (Bostrichus typographus und andere Bostrichiden) beobachtet. Der Sturmbruch 1870 ließ die Borkenkäfervermehrung im Sommer 1871 weiter ansteigen. 1872 wurde zusätzlich ein starker Befall der noch stehenden aber bereits irgendwie beschädigten Fichten, im Sommer 1873 auch gesunder Fichten festgestellt. Während des Höhepunkts der Borkenkäferkalamität wurden 60 bis 100 Eier je Weibchen gezählt, die sich fast alle zu Käfern entwickelten. An einem Fichtenstamm wurden 30 000–40 000 Käfer gezählt, an handgroßen Rindenstücken 200–250 Stück. Mit dem Jahr 1873 war jedoch der Höhepunkt der Population erreicht. Die Eierzahl verringerte sich 1874 auf 40–70 und 1875 auf 25–30 je Weibchen. Wesentlichen Anteil an dem Rückgang hatten die naß-kalte Witterung dieser Jahre und die Zunahme natürlicher Borkenkäferfeinde. Im Sommer 1874 fand man bis zur Hälfte der Eier durch Pilzbefall (Tarrichium oder Isaria) schwarz verfärbt; daneben traten häufig Käfer (Hymenopteren und Ichneumoniden) als Feinde des Borkenkäfers auf. 1876 war schließlich auch die Borkenkäferkatastrophe beendet. Sie hat zu den verheerenden Sturmschäden weitere erhebliche Schadensanfälle gebracht. Zahlenangaben sind auch hier nur für den Regentrift-Komplex vorhanden. Sie erhöhten die Sturmanfälle von insgesamt rund 1 035 000 ster in den Jahren 1869–1878 auf rd. 1,5 Mill. ster; das entspricht 152 % des 10jährigen Etats für den Regentrift-Komplex. Die Verhältnisse in den beiden Komplexen des Bayerischen Waldes dürften auch hier nicht viel anders gewesen sein.

Der Gesamtanfall der Katastrophenjahre 1868/75 in den damaligen Forstämtern des Bayerischen Waldes Zwiesel, Schönberg und Wolfstein ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Mit dem Eintritt der Sturmkalamitäten war die Weiterführung einer geregelten Forstwirtschaft ausgeschlossen nicht nur für die laufende Forsteinrichtungsperiode, sondern auch noch Jahre darüber hinaus. In den Hochlagen dehnten sich zwischen den erhalten gebliebenen Bestockungsresten „ganz kahle oder nur ganz spärlich mit Oberholz versehene Windbruchflächen" aus. Unmittelbar nach den Stürmen waren die Wur-

Tabelle 2

Katastrophenanfälle im Bayerischen Wald 1868/75

Forstamt		Schadensanfall (Efm o. R.)	Jahreshiebsatz (Efm o. R.)
Zwiesel			
1868	51 000		
1870 (einschl. Käferanfall bis 1873)	710 000	761 000	83 000
Schönberg			
1868	50 000		
1870 (einschl. Käferanfall bis 1873)	490 000	540 000	54 000
Wolfstein			
1868	79 000		
1870 (einschl. Käferanfall bis 1873)	410 000	489 000	63 000
Sa.		1 790 000	200 000
Hierzu Käferanfall 1874/75		360 000	
Gesamtschadensanfall 1868/75		2 150 000	

zelteller noch offen, der Boden noch frisch und unkrautfrei und durch das Aufarbeiten des Holzes verwundet. Man war mit der Holzverwertung voll ausgelastet und überließ in der Erwartung natürlicher Verjüngung „mit wenigen Ausnahmen" die Sturmwurfflächen sich selbst. Diese stellte sich vereinzelt auch ein, örtlich wurden auch Erfolge mit Saat erzielt; nach mehreren Jahren lag jedoch der Großteil der Flächen „teils verödet, teils ungemein vergrast und verunkrautet, auch teilweise mit einzelnen älteren lebhaft wachsenden Jungwüchsen durchstellt" da.

Die *Kulturtätigkeit* hatte im Bayerischen Wald bis zu den Ereignissen der Jahre 1868/75 eine untergeordnete Rolle gespielt. Entwässerung und Ergänzung von Lücken in den Naturverjüngungen war die Hauptaufgabe. Auch die Sturmschäden änderten daran zunächst nicht viel. Mit den ersten Forsteinrichtungswerken nach der Katastrophe Ende der 70er und zu Beginn der 80er Jahre wurde nun zwangsläufig das Hauptaugenmerk auf die Wiederbestockung der Schadensflächen mit Hilfe künstlicher Verjüngung gelenkt.

Bei dem oben geschilderten Zustand der Kulturflächen erschien die *Saat* „unsicher bzw. gefährdet". Ganz wollte man allerdings auf sie bei der umfangreichen und schwierigen Aufgabe der Wiederbestockung auch nicht verzichten, und so wurde empfohlen, „sie plätzeweise in Stocknähe und an der Nordseite von Steinen ohne Rücksicht auf regelmäßige Verteilung auszuführen". Auch sollte nicht zu dicht gesät werden, da bei zu dichtem Auflaufen Schneedruckschäden beobachtet wurden und für später Windbruchgefahr zu befürchten war (Randbemerkung Operat 1881 Wolfsteiner Komplex). Aufgetretene Mißerfolge haben wohl im Regentrift-Komplex zu der Auffassung geführt, daß die Saat als „zweckwidrig zu unterlassen wäre". Die Saat hat auch insgesamt eine untergeordnete Rolle bei der Kulturtätigkeit gespielt. Im Kulturplan des Regentrift-Komplexes für den Zeitabschnitt 1892–1903 ist sie mit einem Anteil von knapp 7 % vorgesehen.

Die Wiederbestockung der Hochlagenflächen war somit von Ausnahmen abgesehen der *Pflanzung* vorbehalten. Zuvor wurde das auf den Windwurfflächen noch vorhandene spärliche Oberholz entfernt. Als Pflanzenmaterial verwendete man kräftige, verschulte Fichten, zwischen Steingeröll auch Ballenpflanzen zum Teil unter Beigabe von Füllerde. Für die Verschulpflanzen wird ein Pflanzenalter von 4–5 Jahren, für die Ballenpflanzen ein solches von 3–4 Jahren empfohlen.



Abb. 10. Aufforstungsbestände aus der Zeit nach den Katastrophenjahren 1868/75 (Forstamt Zwiesel-Ost, Abt. Bampferfleck)

Als mögliche *Beimischung* in den Hochlagen wird der Berg-Ahorn erwähnt, jedoch nur an geeigneten Standorten, wo der Rohhumus nicht zu mächtig ist und die Wurzeln den Mineralboden erreichen können.

Die *Bodenverwilderung*, entscheidendes Hindernis für die Saat, war neben der klimatischen Ungunst der Höhenlagen das Haupterschwernis für die Kulturtätigkeit und deren Erfolg. „Die Pflanzen erhalten sich zwar in diesem dichten Bodenüberzug, entwickeln sich aber nicht stufig, sondern wachsen fadenförmig schlank und werden in dieser Beschaffenheit samt dem Bodenüberzug von Schnee entweder zusammengedrückt oder ganz flach auf den Boden gelegt. Diese Beschädigungen haben in beiden Fällen immer kümmerliches Wachstum, in letzterem Falle aber vielfach Fäulnis der Pflanzen während des Winters zur Folge." Um diesen Gefahren zu entgehen – Ausschneiden wurde als sinnlos abgelehnt –, pflanzte man an Stöcke, Steine und Lagerhölzer, wobei die Nordseite bevorzugt wurde. Hier „widerstehen sie am besten den Nachteilen der Schneeüberlagerung und erhalten überhaupt gegen die klimatischen Einflüsse Schutz". Das Aussuchen dieser geeignetsten Pflanzstellen zählte zu der „besonderen Aufgabe des aufsichtführenden Organs".

Ein regelmäßiger *Pflanzverband* war damit von Natur aus nicht gegeben; er wurde auch „weder für nötig noch nützlich" erachtet. Der Aufgabe des Pflanzenverbandes wurde vielmehr nur eine Bedeutung zur Ermittlung der durchschnittlich benötigten Pflanzenzahl je ha beigemessen. Unter Hinweis auf die Gefahren zu dichter Bestockung werden für die Hochlagen Pflanzabstände von 1,30–2,00 m angegeben.

Nach anstrengender Kulturtätigkeit über nahezu drei Jahrzehnte hinweg war die *Wiederbestockung der Hochlagen* abgeschlossen. Die Operate zu Beginn des neuen Jahrhunderts verzeichnen jedenfalls keine nennenswerten Rückstände mehr.

Dieser forstlichen Leistung muß man Bewunderung zollen. Unter den erschwerten Bedingungen der Hochlagen wurden etwa ***1500 ha Kahlflächen*** wieder in Bestockung

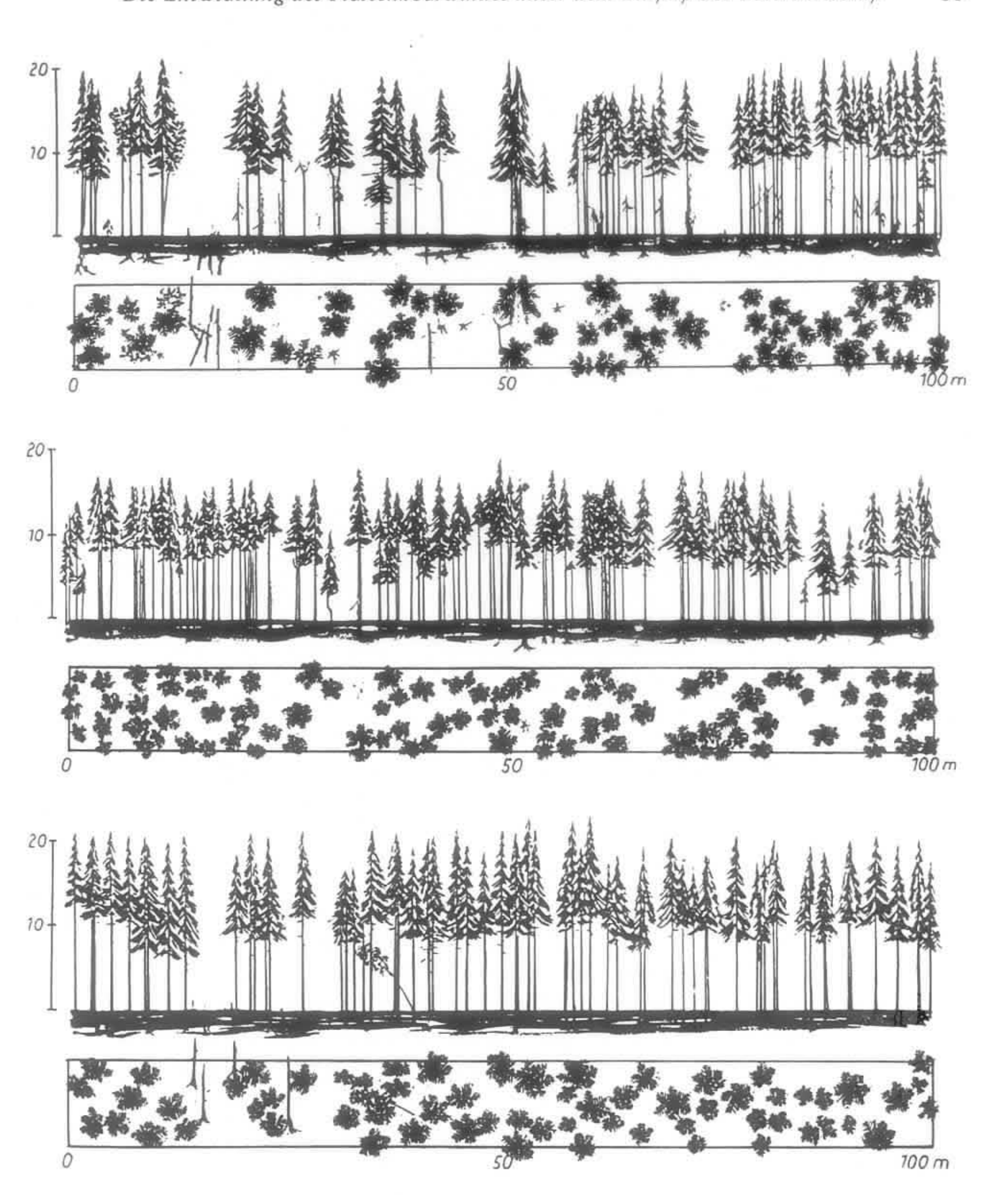


Abb. 11. Bestandsaufrisse von Aufforstungsbeständen aus der Zeit nach den Katastrophenjahren 1868/75 (von oben: Forstamt Zwiesel-West, Abt. Kiesbruch; Forstamt Bodenmais, Abt. Diensthüttenhäng; Forstamt Zwiesel-Ost, Abt. Bampferfleck)

gebracht. Die ältesten Bestände jener Epoche nähern sich heute dem Alter Hundert. Bei ihrer Beurteilung müssen zwei Punkte, die Ursachen der gegebenen kritischen Verfassung sind, herausgestellt werden.

Die in den Jahren der Wiederbestockung fehlenden Kenntnisse über die Bedeutung der *Saatgutherkunft* hat zusammen mit dem vorhandenen großen Bedarf zur Verwendung auch nicht standortsgerechter Herkünfte geführt, was vor allem auf diesen

Extremstandorten nicht ohne Folgen blieb. Die zweite Gefahr, nämlich die einer *zu dichten Bestockung*, hatte man zwar in den ersten Jahren der Bestandsbegründung erkannt und sie auch abzuwenden versucht, später, als die Bestände sich zu schließen begannen, verlor man sie aber entweder aus dem Auge oder fand, abgelenkt durch andere Ereignisse, keine Zeit mehr, ihr zu begegnen. Die Stufigkeit konnte bei der geschilderten Pflanzenmethode anfangs wohl gewährleistet werden. Mit beginnendem Bestandsschluß auf großer Fläche war jedoch die Ausbildung kräftiger und voller Kronen der einzelnen Individuen oder zusammengehörender Baumgruppen unterbunden. Teilweise ungeeignete Herkünfte und gleichförmiges Kronendach bei vielfach schwach ausgebildeten Kronen verursachen Schnee-, Eis- und Windbrüche, die örtlich bereits Auflösungserscheinungen der Bestände erkennen lassen (Abb. 10, 11).

d. Die Periode des Femelschlags

Der Beginn der *Femelschlagperiode in den Hochlagen* fällt in die Zeit 1920/30. Auf die notwendige Umstellung der Hochlagenbehandlung weist erstmals REBEL (1922) hin. Über die Verjüngung in den Hochlagen und den Au-Standorten ist dort nachzulesen: „Jungwuchs geht hier nur dann merklich in die Höhe, wenn es an zwei Dingen nicht fehlt: an Seitenschutz und Wärme. Gleichmäßiges Auflichten der ohnehin schon lichten Bestände nützt gar nichts, kann vielmehr alles verderben. Das lehren die vielen bei Dunkelschlägen erlittenen Mißerfolge. Hier hilft nur Abrändeln von Süd–Südosten her und Süd–Südöstlich verrückender Femelschlag verbunden mit Bodenbearbeitung." Und am Schluß des mit „Hochlagen im Bayerischen Wald" überschriebenen Kapitels sagt REBEL – hier allein auf die Hochlagen bezogen –: „Für die Nachzucht genügt es, auf Lücken den Boden zu verwunden und größere Blößen mit 6–7jährigen verschulten, in höherer Lage erzogenen Fichten im 2-m-Quadrat-Verband auszupflanzen."

Bei den *Zwischennutzungen* veranlaßten REBEL zwei Überlegungen, die speziell den Besonderheiten der Hochlagenstandorte entspringen, Zurückhaltung anzuraten. Es ist dies einmal die Tatsache, daß in den Hochlagen „die vornehmlichste Bedeutung des Waldes nicht in der Holzproduktion liegt"; als weiterer Gesichtspunkt kommt hinzu, daß es hier „keinen gegenseitigen Kampf der Individuen" gibt, sondern daß vielmehr „die *Fichtengemeinde* einen gemeinsamen Kampf gegen die Ungunst der Natur" führt. „Hier ist ein Nachbar dem anderen ungleich weniger ein Konkurrent, als vielmehr Helfershelfer in gemeinschaftlicher Not." Nur „vorsichtiges Plentern" hält REBEL für zulässig „und auch das nicht vor dem 150. Jahre", dabei sollte mit dem Hieb etwa alle 30 Jahre wiedergekehrt werden; im Durchschnitt rechnet REBEL bei jedem Hieb mit einem Anfall von 30 fm/ha.

Die *Ergebnisse* der ersten Verjüngungsversuche im *Femelschlagverfahren* finden sich – wenn auch in geringer Zahl – so doch in fast allen Forstämtern mit Hochlagenanteil. Eine Aufnahme aus dem Forstamt Mauth-Ost (Abb. 12) vermittelt ein Bild der gegenwärtigen Verfassung jener Femelverjüngungen. Die ursprünglich angelegten Gruppen sind inzwischen erweitert und teilweise bereits zusammengeführt. Ihre Bestockung hat im Kern das Dickungsstadium erreicht. Der Ausdruck „Dickung" soll hier vornehmlich zur Bezeichnung einer bestimmten Lebensphase herangezogen werden, die Vorstellungen von einer Dickung hinsichtlich ihrer Individuenzahlen können nur mit Einschränkungen auf diese Verjüngungsgruppen übertragen werden.

Im Verlauf der Umstellung der Hochlagenbehandlung kam es zu einer sehr heftigen *Auseinandersetzung* zwischen dem damaligen Forsteinrichtungsreferenten an der Regierung von Niederbayern MÜHLBAUER und dem Amtsvorstand des Forstamtes Zwiesel-Ost BÜTTNER. Beide haben ihre unterschiedlichen Auffassungen schriftlich niedergelegt. Aus der Tatsache, daß die Femelverjüngung der Hochlagen nahezu gleichzeitig in meh-

reren Forstämtern einsetzte, darf wohl angenommen werden, daß die Stellungnahme BÜTTNERS im wesentlichen auch diejenige seiner Kollegen in anderen Forstämtern wiedergibt bzw. von diesen auch mitgeprägt wurde.



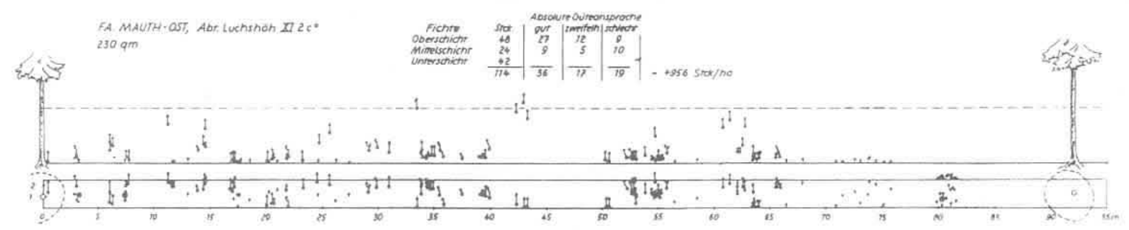


Abb. 12. Femelverjüngung (Forstamt Mauth-Ost, Abt. Luchshöh)

MÜHLBAUER hat seine Gedanken über die Behandlung der Bestände des Bayerischen Waldes in einem Entwurf „Wirtschaftsregeln für den Bayerischen Wald" 1930 niedergelegt. Sein Ziel war es, für alle Standorte des Bayerischen Waldes den *Plenterbetrieb* einzuführen. MÜHLBAUER beschließt seinen Entwurf mit dem Zitat GAYERS: „Wollen wir den Pfad der Natur, den wir verloren, wieder finden, dann müssen wir auf der Rückfährte bis zum Plenterwald arbeiten." Ausgehend von dem Grundsatz der ständigen Erhaltung der Hochlagenbestockung infolge ihrer Schutzwaldeigenschaft sah MÜHLBAUER die Plenterung auch für die Hochlagenbestände vor.

In den ungleichaltrigen, aus der Zeit vor den Katastrophenjahren stammenden Beständen sollte die Plenterung sofort eingeführt werden. Die Eingriffe hätten dabei zu entnehmen „die nutzholzuntüchtigen, schlechten und kranken Stämme, soweit Fällungs- und Bringungskosten deren Nutzung gestatten, die hiebsreifen, stärkeren Stämme (Weiser für die Hiebsreife ein Brusthöhendurchmesser von 45 cm), schließlich die

Stämme, die zugunsten entwicklungsfähigen Jungwuchses oder zugunsten vorhandenen Vor- und Unterwuchses oder wegen wüchsiger jüngerer Umgebung oder zur Auflockerung zu dichter Stellungen entfernt werden müssen".

In den *gleichaltrigen Hochlagenbeständen* hoffte MÜHLBAUER einen „vielseitig gegliederten, mehrstufigen Waldaufbau" durch plenterartige Eingriffe zu erzielen. Sie sollten den „Zwischenstand und Unterstand fördern". Dabei würde sich eine natürliche Verjüngung durch Verbesserung des Bodenzustandes infolge von „Licht-, Wärme- und Sauerstoffzufuhr da und dort von selbst einfinden. „Wenn die Bestockung Baumholzstärke erlangt hat", sei der „Schluß langsam aufzulockern, ohne förmliche Schlußunterbrechung herbeizuführen". Dadurch würden Windfestigkeit und Bodenzersetzung gefördert. Wo sich Naturverjüngung nicht einstellt, hätte Stockachselpflanzung „unregelmäßig im Bestand unter Verwendung stufiger Pflanzen" zu erfolgen. Bestände, deren Verfassung (Bodenverfilzung und starke Verunkrautung durch lichte Stellung) die geschilderte allmähliche Überführung in einen ungleichaltrigen, abgestuften Waldaufbau" nicht mehr erfolgversprechend erscheinen lassen, könnten nach vorhergegangener Pflanzung unter Schirm „in schmalen Saumschlägen von 5–10 m Breite gegen die Hauptwindrichtung mit nachfolgender Stockachselpflanzung" verjüngt werden.

Die eben skizzierten Waldbauregeln MÜHLBAUERS blieben nicht unwidersprochen. Die Kritik des Amtsvorstandes von Zwiesel-Ost BÜTTNER (1950) richtete sich vor allem dagegen, daß dem Plan, für den gesamten Bayerischen Wald einheitlich den „Plenterbetrieb" einzuführen, eine erfolgversprechende Behandlung der Hochlagenbestände geopfert werden sollte. Von der Idee des Plenterbetriebs eingenommen habe MÜHLBAUER für die Erhaltung der Hochlagenbestockung wichtige Voraussetzungen und Zusammenhänge nicht beachtet bzw. gar nicht erkannt.

Für BÜTTNER war eine der wichtigsten Voraussetzungen die Lösung der *Bodenfrage*. Die Rohhumusanhäufung verhinderte nach seinen Beobachtungen eine ausreichende natürliche Verjüngung; soweit eine solche in Ausnahmefällen ankam und sich auch weiter entwickelte, beschränkte sich die Ausbildung des Wurzelwerkes auf die Rohhumusschicht unter erheblicher Einbuße an Sturmfestigkeit. MÜHLBAUER habe die Nachteile der Rohhumusdecke zwar erwähnt, ihr aber keine entsprechende Bedeutung beigemessen und damit auch nicht die notwendigen Folgerungen gezogen. Nach Auffassung MÜHLBAUERS würden durch die Plenterhiebe „Licht, Wärme und Sauerstoff" auf den Boden in erhöhtem Maße einwirken können, womit sich von selbst eine ausreichende Bodenverbesserung einstelle. BÜTTNER hielt diesen Optimismus für falsch und gefährlich. Eine bis auf den Mineralboden gehende *Bodenbearbeitung* war für BÜTTNER die Lösung des Problems. Sie wurde auch tatsächlich durchgeführt plätzeweise auf Flächen mit 60 cm Durchmesser in Abständen von 1,30 bis 1,50 m. Peinlich achtete man dabei darauf, daß keine Bodenvertiefungen zurückblieben, in denen sich das Wasser hätte sammeln und sich Eiskrusten hätten bilden können. Da BÜTTNER der Naturverjüngung den Vorzug gab, sorgte er dafür, daß ständig ein gewisser Flächenanteil durch derartige Bearbeitung ansamungswillig blieb. Stellte sich Bodenwuchs ein, wurde mit Eisenrechen nachgearbeitet. Durch Einstufen von Bucheln und Pflanzung von Buchen- und Ahornwildlingen sollte für die Zukunft die weitere Rohhumusbildung eingedämmt werden.

Eine weitere unerläßliche Bedingung für das Ankommen und Erstarken einer ausreichenden Verjüngung sah BÜTTNER erst mit dem reichlichen Zutritt von *Licht und Wärme* erfüllt. Diese Forderung leitete BÜTTNER aus seiner Beobachtung ab, daß mit zunehmender Höhenlage das Ankommen und Gedeihen der jungen Baumpflanzen durch zunehmenden Licht- und Wärmegenuß gefördert wurde. So berichtet er von 1934 durchgeführten Messungen in Fichten-Naturverjüngungen aus der Mast 1930. An den von starkem Lichtgenuß begünstigten Fichtenpflanzen wurde die 4fache Größe (12 cm) gegenüber Fichtenpflanzen in Schirmstellung (3 cm) festgestellt. Einen weiteren Hinweis für die Lichtbedürftigkeit entnahm BÜTTNER dem Verhalten von Bergahorn und

einzeln vorkommenden Buchen in den Hochlagen. Diese beiden Laubbaumarten bilden hier, sich noch mehr als in anderen Standorten nach vorhandenen Lichtschächten strekkend, in geschlossenen Beständen auffallend stark gekrümmte Schäfte, während sie bei ausreichendem Lichtgenuß gerade Schäfte entwickeln. Durch eine Verjüngung in Femelstellung trug BÜTTNER dem Licht- und Wärmebedarf Rechnung.

Heftig kritisierte BÜTTNER die Anweisung MÜHLBAUERS, im Wege der Plenterung unter anderem die „hiebsreifen, stärkeren Stämme" zu entnehmen. Die Durchführung dieser Maßnahme beraube die Bestockung ihrer „Sturmböcke"; in den sogenannten „Urwaldbeständen" würden dadurch überdies die wichtigsten Samenspender geopfert, die infolge ihres Alters mit großer Wahrscheinlichkeit autochtones Saatgut liefern könnten.

Schließlich wandte sich BÜTTNER gegen die Art, wie MÜHLBAUER die aus den Katastrophenjahren hervorgegangenen gleichaltrigen Hochlagenbestände in Plenterbestände überführen wollte. Diese Bestände seien ohnehin in einer labilen Verfassung. Plenterartige Eingriffe führten hier zur noch rascheren, vorzeitigen Auflösung, ohne daß die erwartete Verjüngung sich einstelle. „Licht-, Wärme- und Sauerstoffzufuhr" könne bei dieser Behandlung nicht wesentlich gesteigert werden, und eine Verbesserung des Bodenzustands – eine Voraussetzung für die Verjüngung – sei dadurch nicht gegeben.

Aus der ablehnenden Stellungnahme, die BÜTTNER gegenüber der geschilderten Überführung von Aufforstungsbeständen bezog, wird auch seine Auffassung in der *Durchforstungs*frage verständlich. Eine Durchforstungsaufgabe sieht BÜTTNER lediglich bei „mittelholzartigen, geschlossenen Objekten der Hochlage". Als solche kommen in erster Linie Aufforstungsbestände in Betracht. Hier hat die Durchforstung sich auf die Entnahme von gebrochenen, borkenkäfergefährdeten Bestandsgliedern zu beschränken. Soweit diese jedoch trotz Bruch noch „genügend grüne Teilbeastung" aufweisen, sind sie als wichtiges Stützgerüst für die benachbarten Bäume zu belassen.

Sieht man von der Wiederbestockung der Katastrophenflächen der Jahre 1868/1875 ab, so muß man die in den 20er Jahren einsetzende Verjüngung der Hochlagenbestände in *Gruppen* als den ersten erfolgversprechenden Verjüngungsversuch in den Hochlagen bezeichnen, der vom Forstmann unbeeinflußt von Naturkatastrophen planvoll vollzogen wurde.

In der Folgezeit wurde die Richtigkeit einer gruppenweisen Verjüngung der Hochlagenbestände nicht mehr bestritten, in den Vordergrund traten Fragen der Bodenbehandlung, der Laubbeimischung, der Natur- oder Kunstverjüngung und der Pflanzenzahlen. Verjüngungsversuche unter diesen Gesichtspunkten werden seit etwa zwei Jahrzehnten durchgeführt. Diese für Hochlagenbestände relativ kurze Zeitspanne verbietet es jedoch, gesicherte Aussagen über die Erfolge insbesondere von Verjüngungsmaßnahmen zu machen.

Durch Veröffentlichung bekannt geworden sind *Verjüngungsversuche* im Forstamt Zwiesel-West aus dem Jahre 1952 sowie im Forstamt St. Oswald im Anschluß an das Fichten-Samenjahr 1958. Im August 1952 wurden in der Abteilung Hochwiesl des Forstamtes Zwiesel-West in einer Höhenlage von 1200–1250 m vier Verjüngungsflächen von zwei(Ost-West)mal einer Baumlänge (Nord-Süd) angelegt und gezäunt. Jede Fläche wurde in Längsrichtung halbiert, im nördlichen Teil der Kalk mit dem Humus umgehackt, im südlichen Teil der Kalk eingehackt. Im Juli 1953 wurde die nördliche Hälfte mit dreijährigen Hochlagenfichten im Verband 1,2 × 1,2 m bepflanzt, die südliche Hälfte mit autochtonem Saatgut besät. PRIEHÄUSSER hat 1958 die Anlage der Fläche und das Ergebnis der laufenden Beobachtungen bis 1957 beschrieben.

Im Frühjahr 1968 wurden in den Verjüngungsflächen zwei Probestreifen, je einer mit Längsachse in Ost-West- und Nord-Süd-Richtung aufgenommen, um die *Entwicklung der Baumpflanzen* zu beurteilen. Der ursprüngliche Pflanzverband ist heute nicht mehr feststellbar. Offensichtlich ist er durch zahlreiche Naturanflüge überdeckt. In

guter Verfassung zeigen sich die Laubbaumarten Vogelbeere und Bergahorn, wobei sich besonders die erstgenannte gut entwickelte. Nicht befriedigend dagegen ist der Zustand der Fichten. In einem Aufnahmestreifen hatten nur 31 % der Individuen eine normal ausgeformte Stammachse, im zweiten 28 %, davon waren 64 % bzw. 67 % als gut anzusprechen. In beiden Aufnahmestreifen fand sich ein hoher Anteil S-förmig gebogener Pflanzen, die häufig an den Biegungen Bruchstellen aufwiesen (Abb. 13, 14). Auch stärkere Fichten konnten ohne technische Hilfsmittel von Hand aus dem Boden gezogen werden. Die Wurzeln der untersuchten Pflanzen streichen seitlich in den humosen Oberboden aus, wobei teilweise ein zweites Stockwerk an der Grenze zum



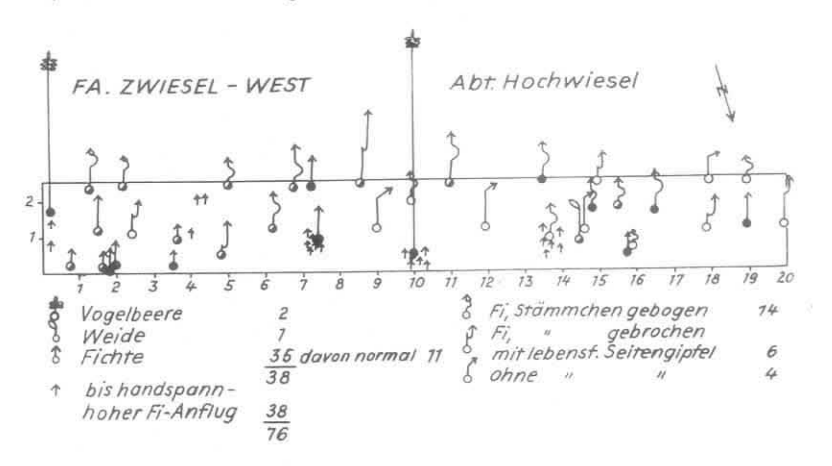
Abb. 13. Ausformung der Fichte in gekalkter Verjüngungsgruppe (Forstamt Zwiesel-West, Abt. Hochwiesel)

Mineralboden festgestellt werden konnte (Abb. 15). Als Ursache für die zahlreichen Mißbildungen kann eine übermäßige Nährstoffversorgung, insbesondere mit durch Kalkung frei gewordenem Stickstoff vermutet werden, die nach den Untersuchungsergebnissen PRIEHÄUSSERS auch die Zahl der Pflanzenarten von 29 (1952) auf 92 (1957) ansteigen ließ. 5 Pflanzenarten verschwanden, während 68 vor allem stickstoffliebende neu hinzukamen. Die Folgen hoher Stickstoffgaben für die Verholzung sind bekannt. Unter den klimatisch extremen Bedingungen des Hochlagenstandortes mit hoher und langandauernder Schneelage mögen sie die beschriebenen Fehlbildungen und Beschädigungen gefördert haben. Auch die oberflächige Ausbildung des Wurzelwerks findet in der Nährstoffanreicherung des humosen Oberbodens eine Erklärung.

Der Sommer 1958 brachte für die Hochlagen des Bayerischen Waldes eine überaus reiche Fichtenmast. Mit besonderem Nachdruck wurde im Forstamt St. Oswald versucht, diese Vollmast für die *Naturverjüngung in den autochtonen Fichtenhochlagenbeständen* auszunützen (v. BÜLOW 1964).

Bereits in den vorausgegangenen Jahren war die Nutzungsart in den Hochlagen-

beständen von Plenterung auf „markante Femelung“ mit mindestens 0,10 ha großen Femellücken umgestellt worden. Auf Flächen, auf denen im Jahr 1956 Bodenbearbeitung und Kalkung (rd. 50 Ztr./ha) durchgeführt wurde, stellte sich daraufhin eine üppige Flora guter Standortsanzeiger (Himbeere, Brombeere, Erdbeere, Braunwurz, Waldvergißmeinnicht, Sauerampfer, Gamander-Ehrenpreis, Brennessel u. a.) ein, während das Habergras zurückging. Hinter Zaun verjüngten sich freudig Bergahorn und Vogelbeere, die versuchsweise eingebrachten Weißerlen und Aspen hielten sich gut, auch



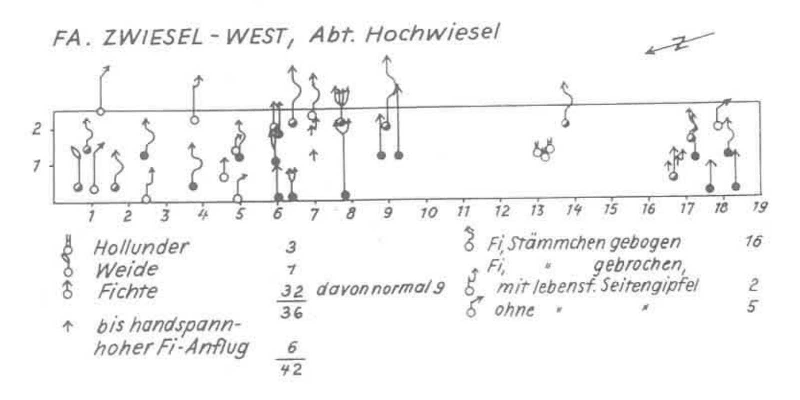


Abb. 14. Analyse gekalkter Verjüngungsgruppen (Forstamt Zwiesel-West)

Buchensaaten gediehen. Die Fichte verjüngte sich aus Samenmangel zunächst nicht natürlich. Um die 1958 eingetretene Fichten-Vollmast auszunützen, erfolgte erneut plätzeweise auf etwa 10–15 cm Tiefe Bodenbearbeitung mit dem Holmschen Scheibenpflug und Düngung mit kohlensaurem Kalk (20 Ztr./ha). In hängigen Lagen und Blockfeldern wurde der Grasfilz in 1 m breiten Streifen von Hand abgezogen und der Boden nach Kalkung durchgehackt. Im Frühjahr 1959 stellte sich auf vorbereitetem Boden reichlich Fichtenverjüngung ein, nicht jedoch auf den übrigen Flächen. Größere erste Verluste brachte der folgende sehr trockene Sommer. In kleineren Femellücken mit Seitenschutz und unter leichtem Schirm, in feuchtigkeitsspendenden Moospolstern und an alten Stöcken hielt sich die Verjüngung jedoch gut. Zur Pflege der Verjüngung wurde in den folgenden Jahren ausgegrast. Einmaliges Ausgrasen zeigte sich als aus-

reichend. Zwei Jahre lang erhielten die Jungpflanzen Nitrophoska blau in schwacher Dosierung, um den Jungwuchs rasch aus dem Habergras zu heben. Bei Düngergabe im zeitigen Frühjahr verholzten die Triebe gut.

Nach nunmehr 10 Vegetationsperioden fällt die für Hochlagenverhältnisse üppige Fichtenverjüngung in den Femelgruppen auf, wobei von Fichtennachwuchs ebenso die

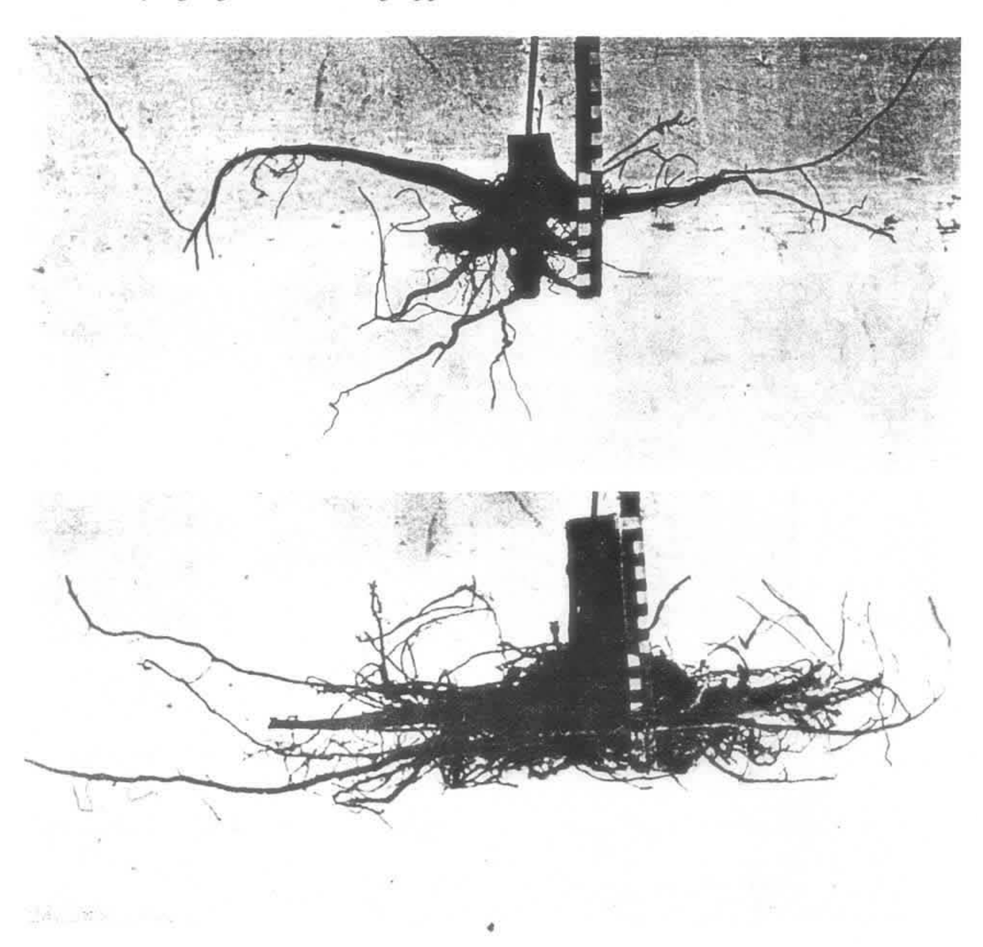


Abb. 15. Wurzelausbildung von 15j. Fichten aus gekalkter Verjüngungsgruppe (Forstamt Zwiesel-West, Abt. Hochwiesel)

sonst bevorzugten kleinstandörtlichen Erhebungen wie die dazwischenliegenden Mulden eingenommen werden. Hinter Zaun zeigen auch Vogelbeere und Bergahorn gute Entwicklung. Eine Beurteilung dieses Verjüngungsversuches fällt infolge seines geringen Alters schwer. Eine Teilfrage scheint jedoch eine Beantwortung zuzulassen; sie betrifft die Pflanzenzahlen wie die Entwicklung des Fichtennachwuchses auf den unterschiedlichen Kleinstandorten. Im Oktober 1968 wurden auf Probeflächen von jeweils 1 m^2 die Anzahl der Nachwuchsindividuen, die Höhen der letzten Jahrestriebe und die Spanne der Gesamthöhen jeder Probefläche gemessen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß in den Probeflächen auf erhabenen Kleinstandorten – in den untersuchten Fällen sind dies alte Baumstöcke – die Spannen der Gesamthöhen größer und die Streuungen der

letzten Jahreszuwächse weiter sind als in den Muldenstandorten. Im Durchschnitt ergibt sich in den letzteren eine größere Pflanzenzahl je Flächeneinheit. Die Pflanzen auf den erhabenen Standorten sind also stufiger erwachsen, in ihrer Höhenentwicklung besser ausgeschieden, sie machen überdies den kräftigeren Eindruck (Abb. 16 und 17). Die Beurteilung der Pflanzenzahlen insgesamt kann nur im Vergleich mit natürlichen Verjüngungsvorgängen vorgenommen werden. Auf letztere wird später noch eingegangen. Es kann jedoch in diesem Zusammenhang vorweggenommen werden, daß eine Verjüngung der Muldenstandorte, wenn überhaupt, in keinem Fall gleichzeitig, ohne größere zeitliche Verschiebung mit der Verjüngung der erhabenen Standorte gefunden werden konnte. Es darf daraus die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die Anzahl etwa gleichaltriger Nachwuchsindividuen im vorliegenden Fall zu hoch ist. Die Gefahren, die derartig gleichaltrige Verjüngungen über die verschiedenen Kleinstandorte hinweg in sich bergen, sind ungenügende rechtzeitige Ausscheidung, mangelnde Kronenbildung und Bestandsstufung mit jenen Folgen, die in den Aufforstungsbeständen aus dem Jahr 1968/75 gegenwärtig zutage treten.



Abb. 16. Fichtenverjüngung im Muldenstandort (Forstamt St. Oswald, Abt. Hochgericht)



Abb. 17. Fichtenverjüngung in unmittelbarer Umgebung eines Stockes (Forstamt St. Oswald, Abt. Hochgericht)

3. Die Verfassung und waldbauliche Behandlung von Hochlagenbeständen in anderen Mittelgebirgen Mitteleuropas

Nach HARTMANN und JAHN (1967) „bilden im mitteleuropäischen Verbreitungsgebiet der *Fichte* deren *natürliche Waldgesellschaft* in der hochmontanen Stufe der kontinental getönten und niederschlagsreichen Gebirge einen breiten Vegetationsgürtel". Eine kurze und plötzlich beginnende Vegetationsperiode verhilft hier der immergrünen Fichte zur Überlegenheit gegenüber den winterkahlen Laubbäumen. Nach West zu löst sich bei zunehmender Ozeanität mit milden Wintern und langen Frühlingsperioden das Areal in kleinflächige Vorkommen auf. „Als Klimaxvegetation sind die Fichtenwälder in der hochmontanen-subalpinen Stufe der Alpen, Karpaten und in den Mittelgebirgen östlich der Linie Harz–Frankenwald–Bayerischer Wald verbreitet." HARTMANN und JAHN beschreiben Vorkommen östlich der genannten Linie in den Sudeten, im Riesengebirge, im Bayerischen Wald, im Thüringer Wald, im Thüringer Schiefergebirge und im Harz sowie westlich dieser Linie auf lokalklimatisch und edaphisch bedingten Sonderstandorten des Schwarzwaldes und des Schweizer Jura. In den Vogesen (ISSLER 1942), in der Rhön, im Weserbergland, im Sauerland sind natürliche Fichtenwälder nicht mehr vertreten.

In den Hochlagen des *Harzes* sind nur noch Reste eines vermutlich autochtonen Fichtenvorkommens vorhanden. Sie stocken vorwiegend auf unzugänglichen Hochmooren und in Einzugsgebieten von Wasserspeichern, die seit dem frühen Mittelalter der Versorgung des Bergbaus dienten und in denen die Holznutzung untersagt war (MEYER 1959). Die übrigen Bestände unterlagen zur Deckung des hohen Holzbedarfs des Bergbaus einer intensiven Nutzung. Gleichaltrige, vielfach mit standortsfremden Saatgut begründete Bestände bilden heute auf weiten Flächen die Bestockung auch in den Hochlagen. BORCHERS (1949, 1959) empfiehlt für die Harzhochlagen eine „femelartige Betriebsform, d. h. einen horst- und gruppenweisen Plenterwald". Die überwiegend standortsfremde Herkunft der Altbestände schließt eine Naturverjüngung weitgehend aus. Im Rahmen des Umbaues der Hochlagenbestände erfolgt deshalb die Verjüngung auf künstlichem Wege unter Verwendung standortsgerechten Saatgutes.

Die obersten Gebirgslagen des *Thüringer Waldes* beherrscht nach SCHABER (1933) die Fichte begleitet von einzeln beigemischten Buchen. Örtlich sind dort auch Buchenreinbestände anzutreffen. Zur waldbaulichen Behandlung der Hochlagenbestände schreibt SCHABER: „Es sollte eine Art Gruppenwirtschaft getrieben werden, sodaß die einzelnen Gruppen sich selbständig bemanteln, zwischen ihnen sich der Schnee ablagern und der Eisnebel weiterziehen kann. Über Versuche kam man im allgemeinen nicht hinaus, sie endeten in Schmalkahlschlägen, die bei richtiger Anlage zweckentsprechend erscheinen." Eine hohe Resistenz der Plattenfichtentypen in den höheren Lagen des Thüringer Waldes weisen APEL und HOFFMANN (1965) nach; darauf aufbauend fordern beide Autoren eine entsprechende Berücksichtigung dieser Fichtentypen bei Verjüngungs- und Pflegemaßnahmen in den Hochlagenbeständen.

Die *Erzgebirgshochlagen* beschreibt RUBNER (1929) als im Durchschnitt höchst einförmig; der reine gleichaltrige Fichtenbestand herrscht vor. „Kahlschlag und Pflanzung auf freier Fläche sind die Betriebsform." Diese Waldbehandlung befriedige nicht, weder auf der böhmischen Seite, auf der Großkahlschlag vorherrscht, noch auf der sächsischen, wo seit langem der Schmalkahlschlag eingeführt ist. „Sturm, Schneebruch und Rauhreif befehlen, wo und wieviel geschlagen werden muß." RUBNER empfiehlt deshalb eine „entscheidende Änderung" der Bestandsbehandlung. „So gut wie alle Gründe sprechen für eine ungleichaltrige Betriebsform." Zum gleichen Ergebnis kommt GRASER (1928, 1935): „. . . je mehr in den Hochlagen der Mischungscharakter des Wales zurücktritt, desto mehr gewinnen die zu wählenden Bestandsformen an Bedeutung . . . In diesen klimatisch sehr rauhen Lagen kommen fast nur Femelschlag und plenterwald-

artige Formen in Betracht." In jüngster Zeit hat LUCAS (1965) wiederum auf die Notwendigkeit eines gruppenweisen Bestockungsaufbaues in den Hochlagen des Erzgebirges hingewiesen. Der Autor bezieht sich hierbei auf „Grundsätze zur waldbaulichen Behandlung der Forsten in der DDR" (1961), nach denen ein „plenterartiger bzw. verfeinerter Femelschlagbetrieb in den Gebirgslagen, in denen die Sicherung der Bestände gegen Sturm-, Schnee- und Duftbruch im Vordergrund steht", anzustreben ist.

Die im *Schwarzwald* nur auf Sonderstandorten als Klimaxvegetation vorkommenden Fichtenhochlagenwälder sind nicht in der Ausschließlichkeit von der Fichte beherrscht, wie dies in den Fichtenhochlagenwäldern der Mittelgebirge östlich der von HARTMANN und JAHN angegebenen Linie der Fall ist. Der Anteil von Tanne, Buche, Bergahorn ist in den Fichtenwäldern des Hochschwarzwaldes größer. (SCHMID und GAISBERG 1936; OBERDORFER 1939; BARTSCH 1940; JAHN 1957; DRESCHER 1959). Die Verjüngung dieser Bestände erfolgt ebenso wie in den ihnen benachbarten Mischbeständen der Schwarzwaldhochlagen im langfristigen Femelschlag.

III. Wachstumsbedingungen, Aufbau und Leistung der Fichtenhochwaldbestände

1. Allgemeine Wachstumsbedingungen

Die Bedeutung des rauhen Klimas für die Wachstumsbedingungen der Hochlagenstandorte wird bereits in den ersten bekannten Waldbeschreibungen des Bayerischen Waldes herausgestellt. So bemerkt der königliche Ministerialforstkommissär WALDMANN nach Bereisung des Bayerischen Waldes im Jahre 1840 in seinem Tagebuch: „Der Wuchs derselben sei aus Veranlassung ihres hohen Standorts offenbar gestört." Ähnliche Hinweise finden sich in den primitiven Operaten und späteren Forsteinrichtungswerken.

Spezielle Untersuchungen über Wachstumsbedingungen der Hochlagenstandorte des Bayerischen Waldes liegen nicht vor. Untersuchungsergebnisse in verschiedenen Höhenstufen des Alpengebietes wie an der nordischen Waldgrenze ermöglichen jedoch, Rückschlüsse auf die Wachstumsgrundlagen in den Hochlagen des Bayerischen Waldes zu ziehen.

Über *Assimilationsvermögen und Respiration* der Fichte in verschiedenen Höhenlagen in Tirol berichten PISEK und WINKLER (1958). Von entscheidendem Einfluß auf die organische Produktion sind Beginn und Temperaturgang der Übergangszeit zwischen Vegetationszeit und Vegetationsruhe. An einer Fichte im Botanischen Garten Innsbruck blieb das Assimilationsvermögen bis in den Spätherbst hinein auf sommerlicher Höhe, solange nur vereinzelt schwacher Nachtfrost bis etwa minus 3° C auftrat. Deutlich sank es jedoch bei Aufeinanderfolgen mehrerer solcher Frosttage. Der erste Kälteeinbruch (Minimum: minus 10° C bis minus 12° C) bewirkte nahezu einen Produktionsstillstand. Eine Woche mit Nachttemperaturen um Null Grad und Tagesmaxima von 5–10° C verhalf jedoch wieder zu einer Assimilationsleistung bis zu zwei Drittel der ursprünglichen Höhe. Dieser Stand konnte beibehalten werden bzw. sich wieder von neuem einstellen, solange sich die Temperaturminima um Null Grad bewegten.

Wesentlich anders war das Assimilationsvermögen einer Fichte an der *alpinen Waldgrenze* auf dem Patscherkofel in 1840 m Seehöhe. In dem bedeutend kälteren Klima der Waldgrenze ging die Produktionsleistung früher zurück als im Tal, erreichte eine Woche eher den Nullpunkt und erholte sich den ganzen Winter nicht mehr im Gegensatz zu den Bäumen in der Tallage, die auch in den Monaten Dezember und Januar bei

Temperaturen um null Grad sehr aktiv sein konnten. Bis Mitte April – fast 5 Monate – blieb die Netto-Assimilation der Bergfichten ± negativ und blieb bis Ende Mai erheblich hinter der der Tallagenfichten zurück. Aber auch während der warmen Jahreszeit erreichte das Assimilationsvermögen an der Waldgrenze bei weitem nicht die Leistung der Bäume in den Tallagen, woran zum Teil auch die stärkere Atmung der Bäume an der Waldgrenze gegenüber denen des Talstandortes schuld war.

Die genannten Autoren ziehen aus dem Untersuchungsergebnis folgenden Schluß: „Der Vergleich zwischen dem Assimilationsvermögen von Fichten an der Waldgrenze und im Tal gibt einen Hinweis auf die kritische Lage des Baumes an der Waldgrenze. Die frostfreie Sommerzeit ist hier viel kürzer, der Frost in der Regel tiefer als im Tal. Das Assimilationsvermögen und die tatsächliche CO_2-Ausbeute war bei den Sonnennadeln im langen Bergwinter praktisch Null, bei den Schattennadeln minimal." PISEK und WINKLER sehen hierin den Kern des *Waldgrenzenproblems*, wenn auch eine Anzahl anderer Faktoren noch mitspielt. „Die Langsamkeit des Wachstums, die Geringfügigkeit des Längen- und Dickenwachstums können jedenfalls teilweise daraus erklärt werden."

Ähnliche Untersuchungsergebnisse von TRANGUILLINI (1956) an der *alpinen Waldgrenze* und von IWANOW und ORLOWA (1931) bei Pinus silvestris an der *nordischen Waldgrenze* veranlassen PISEK und WINKLER zu der Schlußfolgerung, daß es sich hier um ein allgemein gültiges Verhalten der alpin-nordischen immergrünen Coniferen handelt. Es darf somit angenommen werden, daß auch in den der alpinen und nordischen Waldgrenze klimatisch verwandten Hochlagen des Bayerischen Waldes die Fichte ein ebenso reduziertes Wachstum aufweist.

Es liegt nahe, die Ursachen für begrenztes Wachstum auch in der *Nährstoffversorgung* zu suchen. Die Klärung dieser Frage muß eigenen Untersuchungen vorbehalten werden. Hinweise auf mögliche Ergebnisse solcher Untersuchungen kann eine Veröffentlichung von EHRHARDT (1961) über die Stickstoffversorgung von Fichtennadeln in verschiedenen Höhenlagen des kristallinen Tiroler Alpengebietes geben.

In dem von EHRHARDT untersuchten Gebiet bewegten sich die mittleren *N-Konzentrationen* halbjähriger Fichtennadeln zwischen 0,99 und 1,36 % des Nadeltrockengewichts. Sie lagen in den tiefen und mittleren Lagen unter 1,2 %, im obersten Fichtenwaldgürtel zwischen 1,24 und 1,36 %. Die hohen N-Konzentrationen im obersten Waldgürtel erklären sich aus der oben beschriebenen, stark gehemmten Assimilationsleistung infolge Wärmemangel und Kürze der Vegetationszeit. EHRHARDT kommt zu folgendem Schluß: „Die N-Mineralisierung in der organischen Bodendecke wird durch den Wärmemangel ebenfalls gehemmt, ist aber immer noch so groß, daß die Nadel- und Holzproduktion dort mehr durch Wärme als durch N-Mangel begrenzt wird. Die von den Bäumen aufgenommenen N-Mengen können sich also in der relativ klein bleibenden Nadelmasse stärker als in den Baumkronen der tieferen Lagen konzentrieren, wo die längere und wärmere Vegetationszeit eine größere Stoffproduktion ermöglicht und damit eine „Verdünnung" der aufgenommenen N-Mengen in der größeren Nadelmasse bewirkt. In der waldbaulichen Schlußfolgerung kommt EHRHARDT zu dem Ergebnis, daß die Waldgrenze im Untersuchungsgebiet klimatisch, nicht durch N-Mangel bedingt ist und daher „wenig Aussicht besteht, die obere Waldgrenze durch Düngung höher schieben zu können". In Weiterführung dieser Schlußfolgerung kann auch in dem durch die hohe N-Konzentration in den Fichtennadeln gekennzeichneten oberen Waldgürtel durch Düngung keine nennenswerte Verbesserung der Wachstumsbedingungen erwartet werden. LAATSCH (1963) weist darauf hin, daß „diejenigen Nährelementkonzentrationen und Konzentrationsverhältnisse, welche in den Blattorganen der Pflanzen höchste Ertragsbildung bei ausreichender Wasser- und Wärmeversorgung ermöglichen, keineswegs die höchste Resistenz garantieren". Diese in der Düngung liegende Gefahr muß gerade in klimatischen Extremstandorten beachtet werden. Die Aus-

wertung der Verjüngungsversuche in den Hochlagen des Forstamtes Zwiesel-West aus dem Jahr 1952/53 scheinen dies zu bestätigen.

2. Die Bedeutung des Kleinstandortes für die Entwicklung der Jungpflanze

Dem aufmerksamen Beobachter wird es nicht entgehen, daß in den Hochlagen ganz bestimmte *Kleinstandorte* es sind, auf denen sich die natürliche Verjüngung vorzugsweise einstellt und weiterentwickelt. Es sind dies kleinflächige Erhebungen in Form von Baumstöcken, zerfallenden Stämmen sogenannten „Rannen", auch Steine und Felsblöcke mit Flechten- und Moosüberzug. Diese Bilder findet man nicht nur in den Hochlagen des Bayerischen Waldes, sie sind auch aus den hochgelegenen Standorten anderer Mittelgebirge sowie des Hochgebirges bekannt.

Untersucht man diese von der jungen Fichte bevorzugten Kleinstandorte genauer, so stellt man fest, daß sie sich nicht nur durch ihr *Relief* abzeichnen, sondern auch durch die Bodenunterlage und in der *Vergesellschaftung weiterer Pflanzen* von der Umgebung unterscheiden. Man stößt hier wieder auf die bereits beschriebene, von TRAUTMANN beobachtete, oft kleinflächige Ausbildung von Facies vor allem innerhalb der typischen Subassoziation. Eingehender ist KRISO (1956) der Frage der natürlichen Fichtenverjüngung und ihrer nächsten pflanzensoziologischen Umgebung nachgegangen. Als Ergebnis seiner Untersuchungen konnte KRISO unterschiedliche Vegetationstypen ausscheiden, in denen die Fichte auch eine unterschiedliche Verjüngungsfreudigkeit zeigt:

Preiselbeer-Flechten-Moos-Typ

Trockene Block- und Steinhaufen mit geringem Erdanteil und teilweise starker Rohhumusdecke, die die einzige Nährstoff- und Feuchtigkeitsquelle darstellt. Kennzeichnende Pflanzen sind Preiselbeere, Flechten und Rotstengelmoos.

Heidelbeer-Dornfarn-Moos-Typ

Mäßig frische bis frische und nährstoffreichere Standorte sowohl flächig wie kleinstandörtlich an Steinen, Stöcken, Wurzeln, Baumleichen mit starker Rohhumus- oder Moderansammlung. Zahlreich treten auf Heidelbeere, Gabelzahnmoos, schönes Bürstenmoos, Dornfarn und Drahtschmiele.

Habergrastyp

Frische, erdreiche Habergras„-prärien".

Alpenfarntyp

Sickerfeuchte, rieselnasse Alpenfarnfelder mit meist gutem Humuszustand.

Weichbodenvegetation

Staumasse, kalte Verebnungen mit Rohhumus bis stärkerer Torfauflage.

Bevorzugt wird von der natürlichen Fichtenverjüngung der Heidelbeer-Dornfarn-Moos-Typ vor allem dort, wo er eine flächige Ausdehnung erreicht und der Dornfarn vital und in größeren Mengen auftritt. Unmöglich hingegen ist offensichtlich für die junge Fichte ein Fußfassen im dichten Habergras oder Alpenfarn. Die dort sich einfin-

denden Jungfichten stocken bei genauerer Untersuchung auf Kleinstinseln des Heidelbeertyps. Auf ähnlichen Inseln ist auch die natürliche Verjüngung der Fichte in Weichbodenumgebung beschränkt. Reichlich ist oft der Fichtenaufwuchs im Preiselbeer-Flechten-Moos-Typ. Doch nur wenigen Individuen gelingt es dort, mit ihren Wurzeln über eine mit Humus ausgefüllte Felsspalte den Anschluß an den Boden zu finden und damit der Gefahr der Vertrocknung und des Verhungerns zu entgehen.

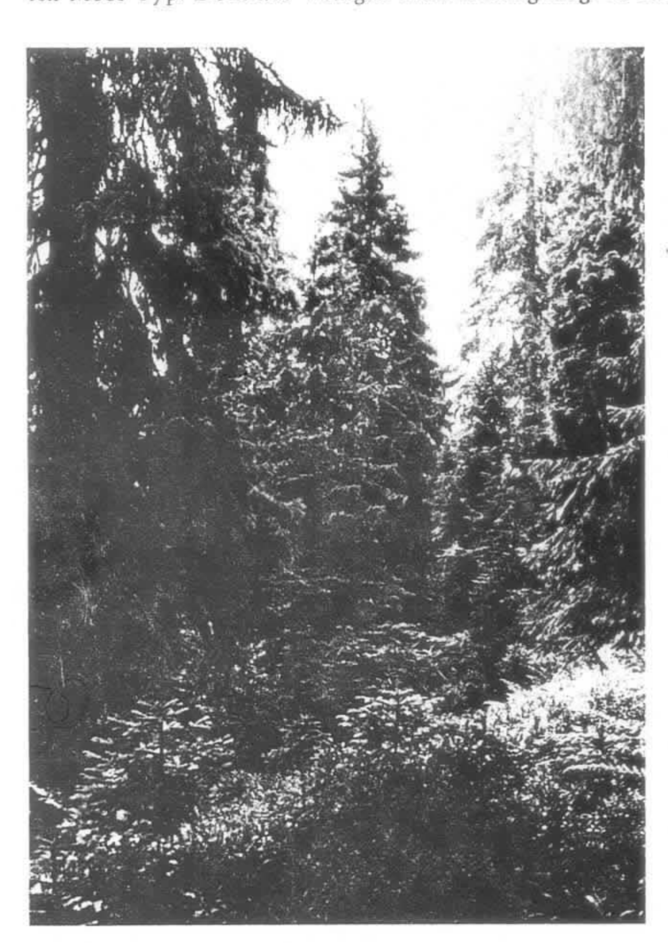


Abb. 18. Fichtenverjüngung in einer Gruppe (Forstamt Bodenmais, Abt. Seewand)

Offensichtlich beeinflussen nicht nur die vom Boden und Kleinrelief bedingten Standortsgegebenheiten das Ankommen und Gedeihen der Fichtenverjüngung. Die Beobachtung zeigt, daß die *Verfassung des umgebenden Bestandes* auf die Verjüngung entscheidend einwirkt. Im geschlossenen Altbestand ist eine Verjüngung nicht zu finden. Sie stellt sich spärlich und zögernd dort ein, wo, was in den Hochlagen die Regel ist, das Kronendach unterbrochen ist. Bekannt sind die dort üblichen, meist kläglichen Bilder einzelner verhockter, säbelförmiger Individuen ohne nennenswerten Gipfeltrieb lediglich mit kleinen Trieben an der Seitenverzweigung. Alter von 40–50 Jahren und mehr können nicht selten gezählt werden. Gelegentlich findet man auch Versuche, bei solchen Bestandsstellungen durch Pflanzung die Verjüngung einzuleiten. Kümmernde, meist schon abgestorbene Pflanzen weisen auf die Aussichtslosigkeit dieses Unternehmens hin. Zahlreicher stellen sich die jungen Fichten ein in Bestandslücken, vorausgesetzt, daß sie das ihnen zusagende Keimbett finden. Ihr Aussehen ist vitaler, ihr Wuchs freudiger (Abb. 18). Stammanalysen zweier etwa gleichgroßer rd. 2,5 m hoher Fichten zeigen die unterschiedlichen Entwicklungsmöglichkeiten für die Verjüngung unter Schirm und in einer Gruppe. Beide Fichten stammen vom Gipfel des Großen Falkenstein in rd. 1300 m Höhe, ihre Standorte sind etwa 50 m voneinander entfernt; die 91jährige wuchs einzeln unter Schirm auf, die 20jährige ist einer Verjüngungsgruppe, einer vermutlich ursprünglich von BÜTTNER geschaffenen Femelgruppe entnommen, die inzwischen erwei-

tert und mit benachbarten Gruppen zusammengeführt wurde (Abb. 19). Erweitert sich die Bestandslücke zu einer Fläche mit Kahlflächencharakter, so erhöhen sich die Verjüngungsschwierigkeiten, was die Forstgeschichte der Hochlagen hinreichend beweist.

Es drängt sich der Gedanke auf, daß neben einem passenden Keimbett auch eine *optimale Gruppengröße* innerhalb des Altbestandes für eine erfolgreiche Bestandsverjüngung ausschlaggebend ist. Unter den geschilderten Standortsfaktoren ist der Licht- und Wärmefaktor für die Verjüngung der Hochlagenbestände von ausschlaggebender Bedeutung. Neben ihrem direkten Einfluß auf die Pflanze wirkt die Wärme auch mittelbar durch *Bodenbelebung* und Rohhumusabbau. Dieser für die Verjüngung wirksame Wärmefaktor wird entscheidend von der Bestandsstruktur, insbesondere von der Größe der Bestandslücken beeinflußt. Daneben bestimmt die Gruppengröße die Windeinwirkung, die Art und Höhe des Schnees sowie den Abschmelzvorgang und über die Schneedecke die Wirksamkeit des Bodenfrosts.

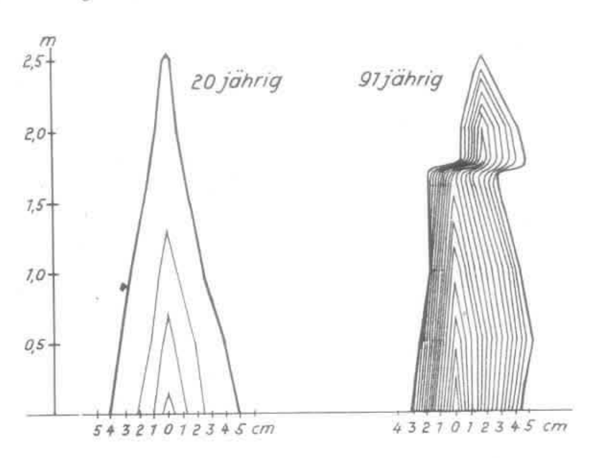


Abb. 19. Stammanalysen einer 20jährigen, in einer Femelgruppe erwachsenen, und einer 91jährigen, unter Schirm erwachsenen Fichte am Falkensteingipfel (1300 m)

Die Beeinflussung des Mikroklimas durch die Lochschlaggröße hat GEIGER (1941) an einer systematischen Versuchsreihe untersucht. In sieben Lochhieben verschiedenen Durchmessers wurden die Messungen durchgeführt. Einige Meßergebnisse zeigt nachfolgende Tabelle:

Tabelle 3

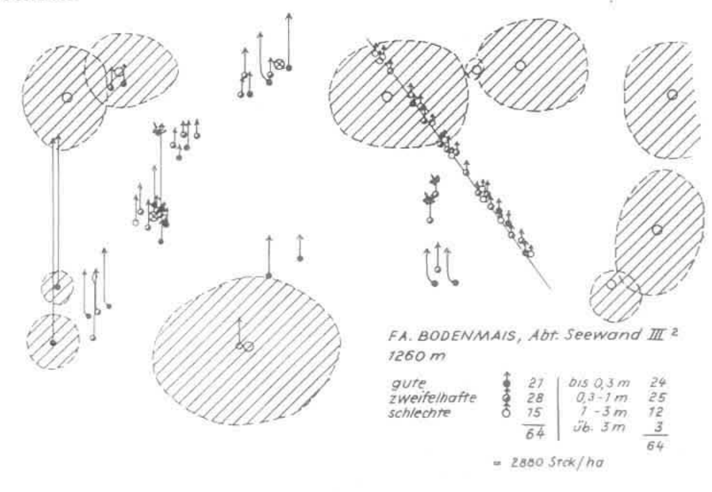
Einige Kenngrößen unterschiedlich großer Lochschläge

(nach GEIGER 1941)

Durchmesser D in m	0	12	22	24	38	47	87
Kenngröße D : H	0	0,46	0,85	0,93	1,47	1,82	3,36
Mittlerer Abschirmwinkel h	90°	72°	59°	58°	48°	40°	26°
Ausstrahlung A (% des Freilands)	0	11	31	33	52	66	87
Regen (% des Freilands)	–	87 %	–	–	105 %	–	102 %
Mittagstemperatur (8. Juni 1940) (wärmer als der Bestand)	0	0,7	1,6	2,0	5,2	5,4	4,1

Hier interessiert vor allem die Auswirkung der Gruppengröße auf die Wärmeverhältnisse. Dabei ist weniger der absolute Durchmesser von Bedeutung als vielmehr die Kenngröße D:H (H = Höhe des umgebenden Bestandes, D = Durchmesser des Lochschlages). Die Tabelle ergibt eine maximale Wärmeversorgung während des Tages, die für den Hochlagenstandort gleichzeitig als die optimale angenommen werden muß, bei einer Kenngröße von 1,5 bis 2,0. Bei niedrigeren Kenngrößen mindert die zunehmende Schattenwirkung die Wärmeversorgung, bei steigender Kenngröße zerstört die Windturbulenz den „Treibhauseffekt" des Lochschlages. Anders verhalten sich die Nacht-

temperaturen, die mit zunehmender Gruppengröße sowohl nach der Durchschnittskurve wie nach der Kurve der kältesten Nacht gleichmäßig abnehmen. Der Einfluß des Windes ist hier nicht erkennbar, da die kältesten Nächte windstille Strahlungsnächte sind. Die nächtliche Temperaturabnahme ist bei Kenngrößen von 1,5–2,0 immerhin noch in erträglichen Grenzen.



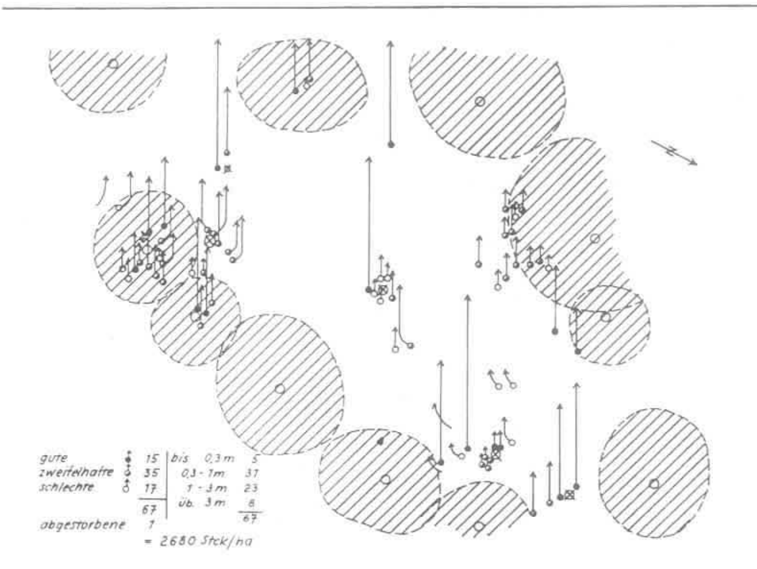


Abb. 20. Analyse natürlicher Fichtenverjüngung in einem Urwaldbestand

Die Untersuchung *natürlicher Verjüngungsvorgänge* in den Hochlagen stößt auf die Schwierigkeit, daß heute kaum noch Objekte zu finden sind, die sich von Menschen unbeeinflußt entwickeln konnten, wie dies mit sehr großer Wahrscheinlichkeit für den Hochlagenbestand oberhalb der Arberseewand in der gleichnamigen Abteilung des Forstamtes Bodenmais angenommen werden kann.

Beim Studium natürlicher Verjüngungsvorgänge stößt man auch hier auf den Tatbestand, daß lebenskräftige Nachwuchsindividuen sich nur in *Bestandslücken* finden.

Zwei davon wurden näher analysiert. Sie liegen beide an einem leicht bis mäßig steil nach Osten geneigten Hang. Der umgebende Altbestand erreicht Höhen von 20–25 m (Abb. 20). In beiden Flächen konzentrieren sich die Jungpflanzen an die durch alte Stöcke, Wurzelanläufe und Rannen gebildeten, aus der Umgebung herausragenden kleinstandörtlichen Erhebungen, die äußerstenfalls eine schüttere Habergrasflora aufweisen. Bemerkenswert ist die Höhendifferenzierung, ein Hinweis auf den Altersunterschied innerhalb der Verjüngungsgruppe. In Fläche 1 wurde ein solcher von 19 Jahren festgestellt, der aber wohl noch nicht die oberste Grenze darstellt. Erwähnenswert ist in Fläche 2, daß 42 % der Jungpflanzen ihr Keimbett auf einer faulenden Raune fanden. Für diesen Anteil wäre bei üblicher forstlicher Nutzung des Bestandes eine Verjüngungsmöglichkeit ausgeschlossen. Die Pflanzenzahlen ergeben bei Umrechnung auf ha-Werte in Fläche 1 rd. 2900 Stück/ha, in Fläche 2 rd. 2700 Stück/ha. Die Flächengröße beträgt bei Fläche 1: 220 qm, bei Fläche 2: 250 qm, wobei beidemal ovale Ausformung mit der Längsachse in N-S-Richtung vorliegt. Ob dies bereits für die Verjüngung ***optimale Gruppengrößen*** sind, ist bei den wenigen Objekten nicht nachweisbar. Vermutlich liegen bei größeren Gruppen die Verjüngungsbedingungen nicht ungünstiger. Einen Hinweis dafür geben die ermittelten durchschnittlichen Längen der jüngsten Jahrestriebe. Bei Fläche 1 betragen sie 4,4 cm, bei Fläche 2: 3,5 cm, während in einer künstlich angelegten rd. 400 qm großen Verjüngungsgruppe in der gleichen Abteilung eine solche von 9,3 cm ermittelt wurde. Die größere Durchschnittstrieblänge der Fläche 1 trotz geringerer Gruppengröße gegenüber Fläche 2 kann auf die räumigere Bestockung im Süden der Fläche 1 und damit besserer Voraussetzung für die Sonneneinstrahlung zurückgeführt werden. Eine weitere Verjüngungsgruppe, die aller Wahrscheinlichkeit nach natürlich entstanden ist, wurde im Forstamt St. Oswald am Ostabhang des Lusengipfels gefunden. Die Flächengröße beträgt etwa 525 qm, die Individuenzahl umgerechnet rd. 2130 Stück/ha.

3. Aufbau der Bestände

a. Bestandsgefüge

aa. Baumzahlen und Baumzahlverteilung

Ein Ordnungsmerkmal zur Kennzeichnung des Bestandsgefüges bilden die *Baumzahlen und ihre Verteilung auf Durchmesserstufen.* Bei der Aufnahme der ausgewählten Hochlagenbestände wurden alle stehenden Individuen nach lebenskräftigen und abgestorbenen getrennt erfaßt. Der dem Aufnahmejahr 1968 im Bayerischen Wald vorausgegangene umfangreiche Schneebruchschaden gab Gelegenheit, auch die von diesem Schneebruch betroffenen Bestandsglieder gesondert zu erheben.

Die *Durchmesserverteilungskurven* der Bestände sind in der Mehrzahl der Fälle der Gaußschen Verteilungskurve zuzuordnen. Die Auswertung der Aufnahme läßt eine Differenzierung nach drei Bestandstypen zu. Ihre Entstehung erklärt sich aus der bisherigen wald- und forstgeschichtlichen Entwicklung der Hochlagenbestände. Es können demnach ausgeschieden werden Altbestände aus der Zeit vor den Sturmkatastrophen 1868/75 und Aufforstungsbestände, die im Anschluß an die genannten Katastrophenjahre entstanden sind. Aus der Gruppe der ersteren interessieren insbesondere jene, die infolge ihres abgelegenen Standorts, seit jüngerer Zeit auch infolge ihrer Einbeziehung in Naturschutzgebiete von forstlicher Nutzung nicht erfaßt wurden. Sie sollen im Gegensatz zu den forstlich beeinflußten Altbeständen, den geplenterten Beständen als Urwaldbestände bezeichnet werden (Abb. 21, Tab. 4).

In den *Urwaldbeständen* ergeben die ermittelten Baumzahlen und insbesondere ihre

Verteilung auf Durchmesserklassen kein einheitliches Bild. Die unterschiedlichen Aufnahmeergebnisse in diesen von Menschen unbeeinflußten Beständen scheinen verschiedene Stadien einer natürlichen Bestandsentwicklung darzustellen. Leider ist die Anzahl

Tabelle 4

Zusammensetzung und Aufbau von **Fichtenhochwaldbeständen**

Baumzahlen, Baumzahlverteilung, Kreisflächen und Vorräte in Urwaldbeständen.

FORSTAMT Bestand Meereshöhe	BAUM-ART	BAUMZAHL				KREISFLÄCHE/m²				VORRAT Efm o.R.	SCHWACHHOLZ 0-30 cm		MITTELHOLZ 30-50 cm		STARKHOLZ üb. 50 cm	
		normale Individ.	Schneebr. 1967/68	abgestorben	Summe	normale Individ.	Schneebr. 1967/68	abgestorben	Summe		Bz	Vorrat	Bz	Vorrat	Bz	Vorrat
										verbleibender Bestand						
ST. OSWALD Lusenbuchet I 6a* 1300 m	Fichte	370		133	503	47,2		4,4	51,6	399	72	25	244	255	54	119
BODENMAIS Seewand III 2 1260 m	Fichte Tanne Vogelb.	560 2 2		45	605 2 2	43,8		0,9	44,7	366	322 2 2	68	197	199	41	99
		564		45	609	43,8		0,9	44,7	366	326	68	197	199	41	99
KLINGENBRUNN Rachelwiese III 1 1370 m	Fichte Vogelb.	636 4		406 2	1042 6	43,2		10,5 0,1	53,7 0,1	250	392 4	87	228	140	16	23
		640		408	1048	43,2		10,6	53,8	250	396	87	228	140	16	23
MAUTH-OST Brennthäng XII 1b* 1330 m	Fichte Vogelb.	520 2		216	736 2	58,9 0,1		7,8	66,7 0,1	490 1	120 2	40 1	343	337	57	119
		522		216	738	59,0		7,8	66,8	491	122	41	343	337	57	119

Baumzahlen, Baumzahlverteilung, Kreisflächen und Vorräte in geplenterten Beständen

FORSTAMT Bestand Meereshöhe	BAUM-ART	BAUMZAHL				KREISFLÄCHE/m²				VORRAT Efm o.R.	SCHWACHHOLZ 0-30 cm		MITTELHOLZ 30-50 cm		STARKHOLZ üb. 50 cm	
		normale Individ.	Schneebr. 1967/68	abgestorben	Summe	normale Individ.	Schneebr. 1967/68	abgestorben	Summe		Bz	Vorrat	Bz	Vorrat	Bz	Vorrat
										verbleibender Bestand						
RABENSTEIN Trockene Grube XII e³ 1220 m	Fichte	293		17	310	33,9		0,2	34,1	274	80	21	177	178	36	75
ZWIESEL-OST Hallbachgespreng VI c* 1230 m	Fichte	286		4	290	33,7			33,7	280	67	20	185	185	34	75
ST. OSWALD Hochgfeicht I 2a 1280 m	Fichte Vogelb Ahorn	332 2 1		39	371 2 1	36,4 0,2		1,1	37,5 0,2	306 1	110 2	28	186 1	195 1	37	83
		335		39	374	36,6		1,1	37,7	307	112	28	187	196	37	83
NEUREICHENAU Hochwald-Stiernot X 2b* 1200 m	Fichte	234		6	240	38,6			38,6	319	46	14	122	140	66	165
ZWIESEL-OST Sulzschaften II 4c* 1210 m	Fichte Vogelb.	442 11		90	532 11	40,3 0,2		1,1	41,4 0,2	329 1	187 11	48 1	229	227	26	54
		453		90	543	40,5		1,1	41,6	330	198	49	229	227	26	54
MAUTH-OST Bärwurzenfleck XI 1b* 1290 m	Fichte	302		63	365	41,4		1,9	43,3	350	41	11	276	246	45	93

Baumzahlen, Baumzahlverteilung, Kreisflächen und Vorräte von Aufforstungsbeständen

FORSTAMT Bestand Meereshöhe/Alter	BAUM-ART	BAUMZAHL				KREISFLÄCHE/m²				VORRAT Efm o.R.	SCHWACHHOLZ 0-30 cm		MITTELHOLZ 30-50 cm		STARKHOLZ üb. 50 cm	
		normale individ.	Schneebr. 1967/68	abgestorben	Summe	normale Individ.	Schneebr. 1967/68	abgestorben	Summe		Bz	Vorrat	Bz	Vorrat	Bz	Vorrat
										verbleibender Bestand						
BODENMAIS Dienstthümenhang II 5b 1210 m/i.D. 76 j.	Fichte Vogelb.	856 12	142	46	1044 12	36,0 0,2	2,9	0,3	39,2 0,2	270 1	862 12	197 1	106	73		
		868	142	46	1056	36,2	2,9	0,3	39,4	277	904	198	106	73		
MAUTH-OST Gleichtethöh X 2a* 1190 m/i.D. 90 j.	Fichte	509	223	158	890	46,1	9,3	1,1	56,5	359	190	53	300	271	19	35
ZWIESEL-WEST Kiesbruch XVI 5b* 1200 m/i.D. 90 j.	Fichte Vogelb.	551 14	48	174	773 14	42,1 0,4	2,2	1,5	45,8 0,4	328 3	305 14	97 3	294	237		
		565	48	174	787	42,5	2,2	1,5	46,2	331	319	100	294	237		
ZWIESEL-OST Bampferlleck II 2a* 1210 m/i.D. 98 j.	Fichte Vogelb	456 2	73	15 1	544 3	38,7	3,7	0,2	42,6	317	232 2	73	293	237	4	7
		458	73	16	547	38,7	3,7	0,2	42,6	317	234	73	293	237	4	7

der Urwaldbestände gering, umfangreichere Unterlagen zur Sicherung von Aussagen über die natürliche Bestandsentwicklung wären erwünscht. Es soll jedoch versucht werden, aus dem begrenzten Aufnahmematerial die wahrscheinliche Entwicklung der Hochlagenbestände unter natürlichen Verhältnissen abzuleiten.

Der Gauß-Kurve am nächsten kommt die Stammzahlverteilung nach Durchmesserstufen in dem Bestand Lusenbuchet (I 6 a°) des Forstamtes St. Oswald. Hier ist offensichtlich ein Endstadium der natürlichen Entwicklung des Bestandsaufbaues erreicht.

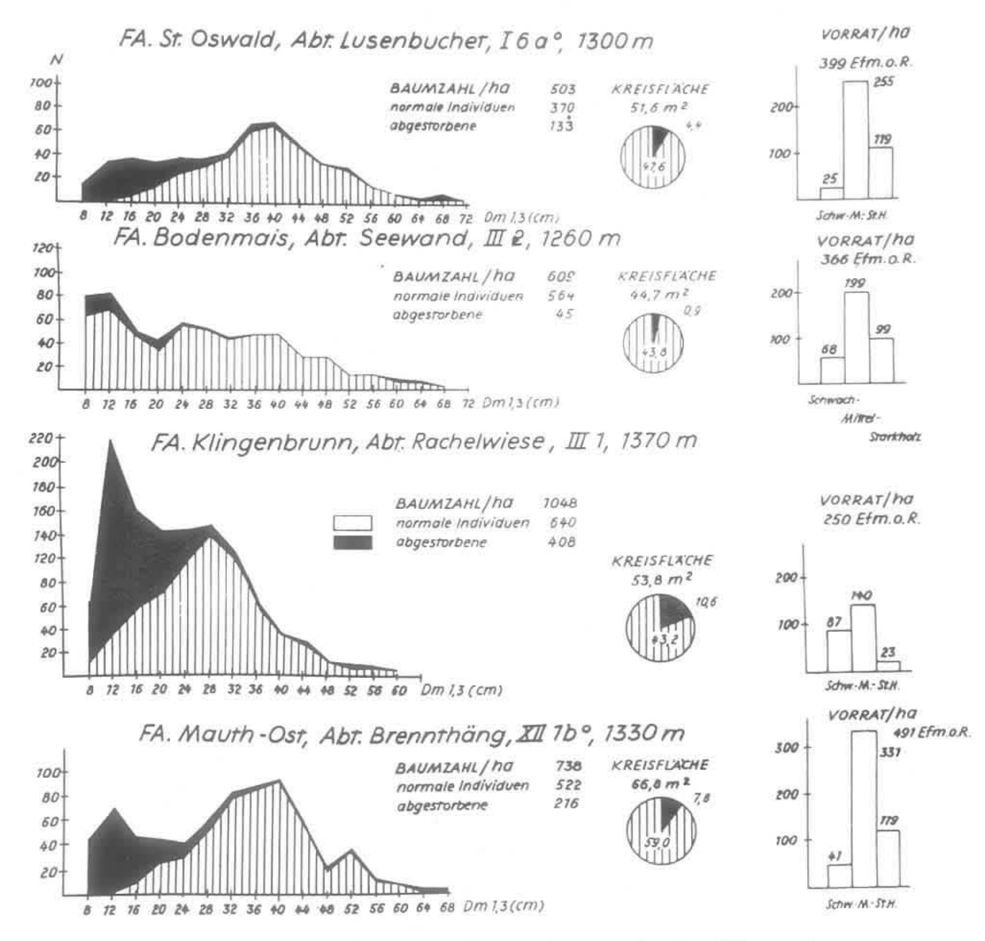


Abb. 21. Baumzahlen, Kreisflächen und Vorräte in Urwaldbeständen

Der Ausscheidungskampf zwischen überlebenden und ausscheidenden Bestandsgliedern, der sich vornehmlich unter den schwächeren Stärkestufen abgespielt hat, ist im wesentlichen abgeschlossen; Reste der letzteren befinden sich noch als aufrecht stehende Baumleichen im Bestandsgefüge. Im Verlauf der weiteren Entwicklung ist bei dem vorhandenen Bestandsschluß eine Verjüngung in nennenswertem Umfang nicht möglich, der Bestand altert, bis schließlich zunächst einige, dann mehrere vornehmlich aus der Oberstufe, die im allgemeinen auch die ältesten sein werden und den extremen klimatischen Bedingungen des Standorts besonders ausgesetzt sind, ihr physisches Lebensende erreicht haben oder den Klimaeinflüssen zum Opfer fallen, absterben und zusammenbrechen

und damit Lichtlücken und auch Keimbett für eine Verjüngung schaffen. Die Stammzahl der schwächeren Stärkeklassen nimmt dabei unter gleichzeitigem Neubeginn des Ausscheidungskampfes zu, während jene der stärkeren Durchmesserstufen zurückgeht. In diesem Stadium, das in der Abteilung Seewand des Forstamtes Bodenmais gegenwärtig vorhanden ist, wird eine plenterartige Stammzahlverteilungskurve erkennbar. Anstelle der beschriebenen kleinflächigen Verjüngung kann sich eine großflächige Katastrophenverjüngung durch Waldbrand oder Sturmwurf vollziehen. Nach Beendigung

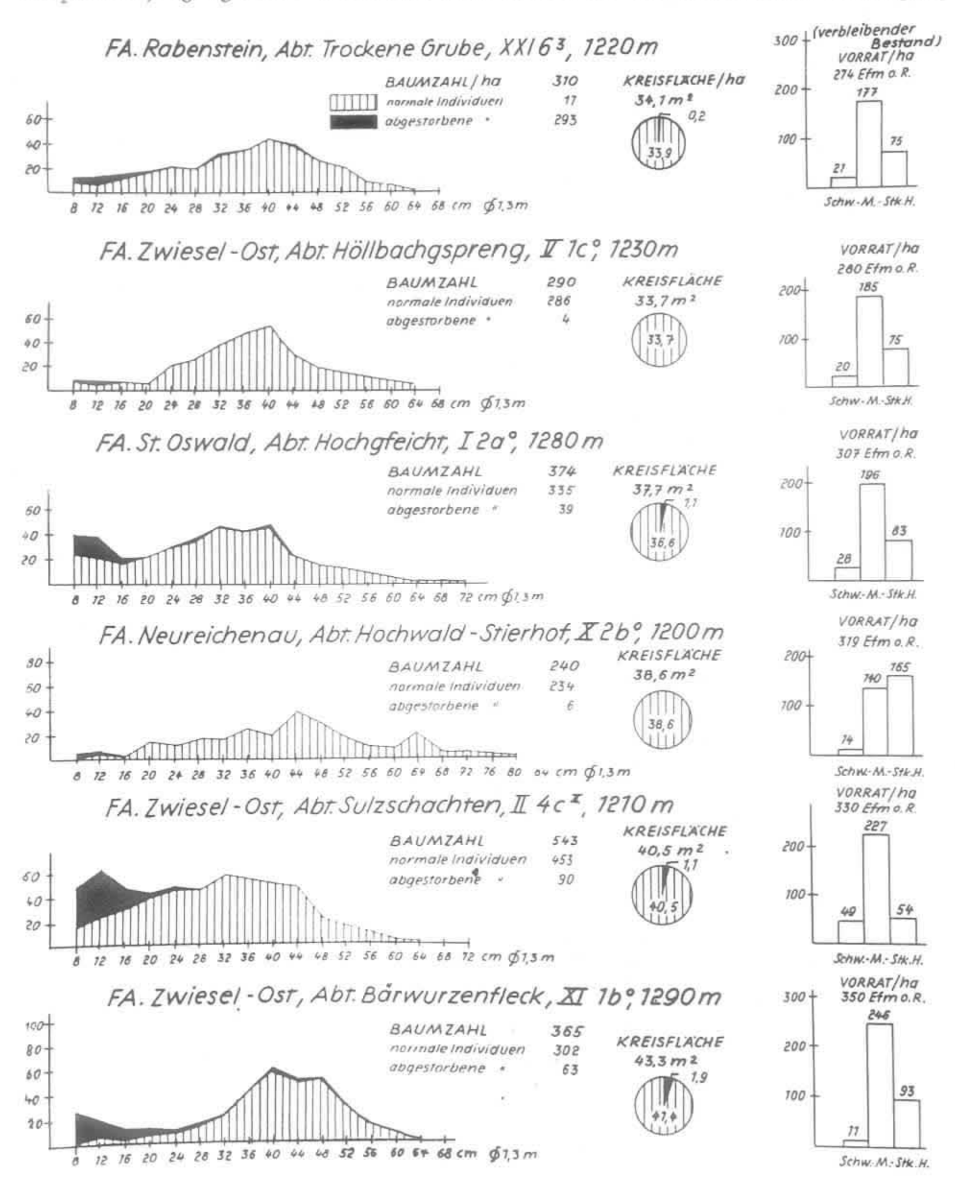


Abb. 22. Baumzahlen, Kreisflächen und Vorräte in geplenterten Fichtenhochwaldbeständen (Einzelplenterung)

der Verjüngungsphase setzt ein verstärkter Ausscheidungsprozeß unter den baumzahlreichen schwächeren Durchmesserstufen ein. Ein Beispiel hierfür bietet der Bestand in Abteilung Rachelwiese des Forstamtes Klingenbrunn. Die Stammzahlverteilung der verbleibenden Bestandsglieder nähert sich schließlich wieder der Gauß-Kurve, die Bestandsstruktur strebt dem Endgefüge zu. (Bestand in Abt. Brennthäng des Forstamtes Mauth-Ost.) Im Verlauf der natürlichen Entwicklung des Fichtenhochwaldes stellt sich somit ähnlich wie in der des Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestandes während eines bestimmten Übergangsstadiums ein Plentergefüge ein. In beiden Fällen geht dieses jedoch bei ungestörter Weiterentwicklung zum Klimaxstadium wieder verloren.

In den *geplenterten Beständen* (Abb. 22, Tab. 4) ist die Gauß-Verteilung in den Baumzahl-Verteilungskurven klar zu erkennen. Unterschiede in den Kurven wie im Verbleib abgestorbener Bestandsglieder sind durch unterschiedliche Stärke der Eingriffe bedingt. In allen Kurven kommt durch das Fehlen einer ausreichenden Zahl von Nach-

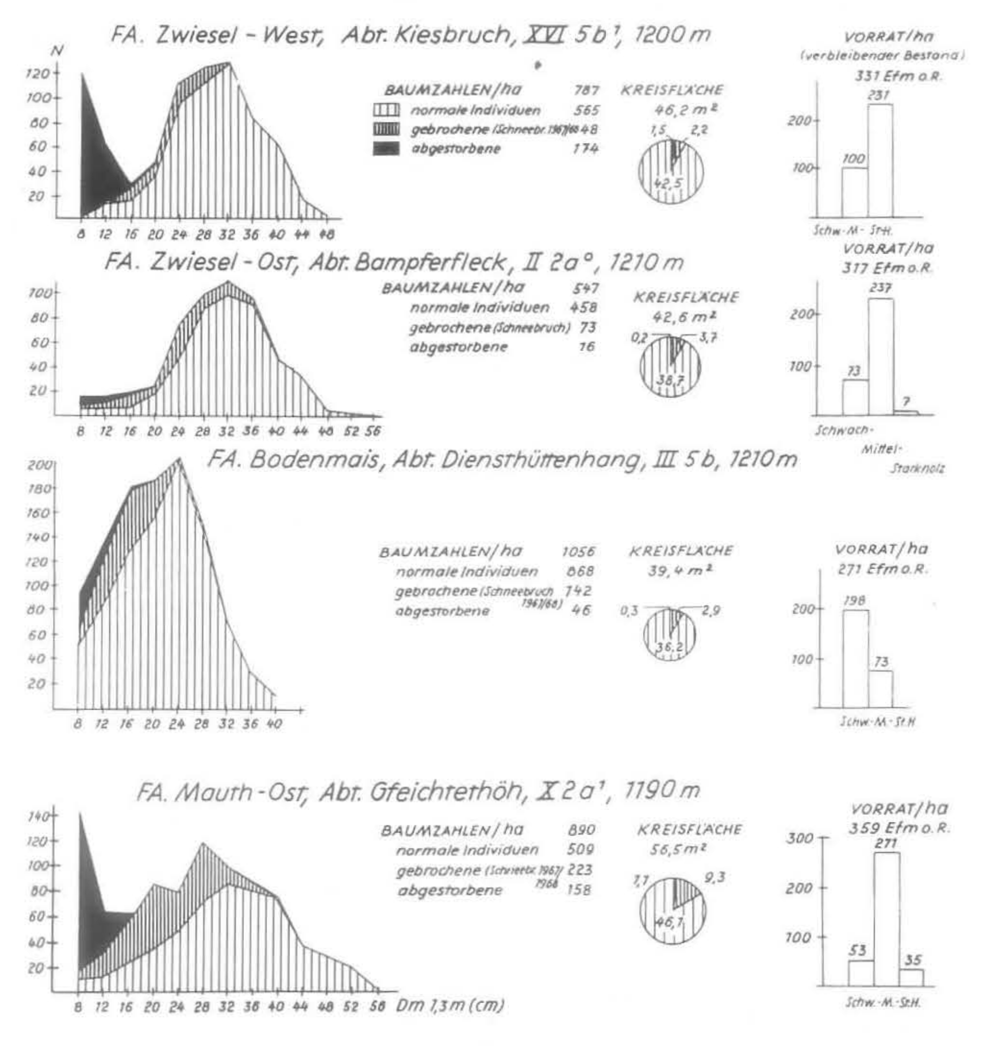


Abb. 23. Baumzahlen, Kreisflächen und Vorräte in Aufforstungsbeständen

wuchsindividuen deutlich zum Ausdruck, daß mit der Einzelplenterung das Ziel der dauernden Walderhaltung nicht erreicht werden konnte. Die Bestandsstruktur der geplenterten Bestände kann als künstlich festgehaltenes Endstadium der natürlichen Bestandsentwicklung angesehen werden. Die Weiterentwicklung zur Verjüngungsphase wurde durch die erfolgten Bestandseingriffe, die besonders günstige Voraussetzungen für das Ankommen einer Konkurrenzflora schufen und damit eine ausreichende Bestandsverjüngung verhinderten, unterbunden.

Die Gesamtbaumzahlen in den *Aufforstungsbeständen* (Abb. 23, Tab. 4) zeigen die in gleichaltrigen Reinbeständen bekannte Entwicklung der Stammzahlabnahme mit zunehmendem Alter. Die Stammzahlverteilung nach der Gauß-Kurve wird hier am deutlichsten sichtbar. Zum Unterschied von den geplenterten Beständen sind in den Aufforstungsbeständen die Durchmesserspannen der einzelnen Bestände geringer. Bemerkenswert ist des weiteren, daß die Schneebruchschäden des Winters 1967/68 in größerem Umfang nur die Aufforstungsbestände trafen und hier wiederum überwiegend die Bestandsglieder im linken Kurventeil, also im Bereich der schwächeren Durchmesser. Die Erklärung hierfür liegt darin, daß in diesem Durchmesserbereich auch die Kronen vielfach schwach und einseitig ausgebildet sind.

ab. Altersgliederung

Die in den Beständen durchgeführten Altersanalysen ergänzen die Ergebnisse der Stammzahlanalysen und bestätigen die daraus gezogenen Schlußfolgerungen für die natürliche Entwicklung der Hochlagenbestände wie auch ihren bereits dargestellten forstgeschichtlichen Werdegang.

Von der Aufnahmetechnik her relativ einfach durchzuführen sind die Altersanalysen an entnommenen Bohrspänen. Die Altersspannen sind erwar-

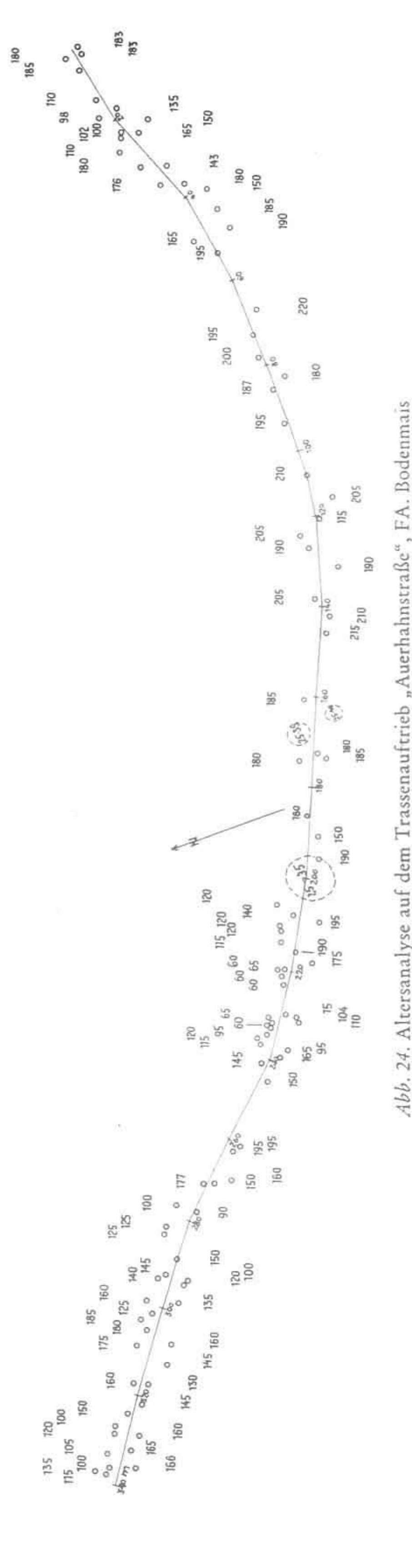


Abb. 24. Altersanalyse auf dem Trassenauftrieb „Auerhahnstraße", FA. Bodenmais

tungsgemäß sehr gering, sie umfassen lediglich wenige Jahre. Entsprechend schmal und hoch sind, wie bereits dargestellt, die jeweiligen Stammzahlverteilungskurven.

Der Versuch, auch in den Altbeständen *Altersanalysen* mittels Bohrspänen durchzuführen, brachte keinen befriedigenden Erfolg. Es gelang nur in wenigen Ausnahmefällen, den Stammkern mitzuerfassen; überdies waren die entnommenen Bohrspäne in der Regel mehrfach gebrochen. Die Altersgliederung in den Altbeständen wurde daraufhin durch Jahrringzählung an frischen Stöcken ermittelt. Für diesen Zweck bot sich als besonders geeignet ein 340 m langer und etwa 15 m breiter Trassenaufhieb in den Hochlagen des Forstamtes Bodenmais an. In der Abb. 24 sind Altersspanne und örtliche Verteilung der einzelnen Baumalter dargestellt. Auf der analysierten Trasse konnte eine Altersdifferenz von rd. 190–200 Jahren und eine gruppen- bis horstweise Verteilung etwa gleichaltriger Bestandsteile ermittelt werden. Ähnliche Ergebnisse wurde bei Jahrringszählung in Erweiterungshieben des Forstamts Zwiesel-Ost festgestellt.

Nach den durchgeführten Analysen erreichen autochtone Hochlagenfichten 200 bis 250 Jahre ohne erkennbar am Ende des physischen Alters angelangt zu sein. Waldarbeiter berichteten, daß bei Jahrringzählungen an Stockabschnitten in einzelnen Fällen Alter bis zu rd. 400 Jahren festgestellt wurden.

ac. Vertikalgefüge

Zur Ermittlung der Vertikalstruktur der Hochlagenbestände wurden insgesamt 804 Höhen aufgenommen und eine entsprechende Anzahl an Messungen der unteren Kronenansätze durchgeführt. Als unterer Kronenansatzpunkt wurde der tiefste Punkt der grünen Krone angenommen.

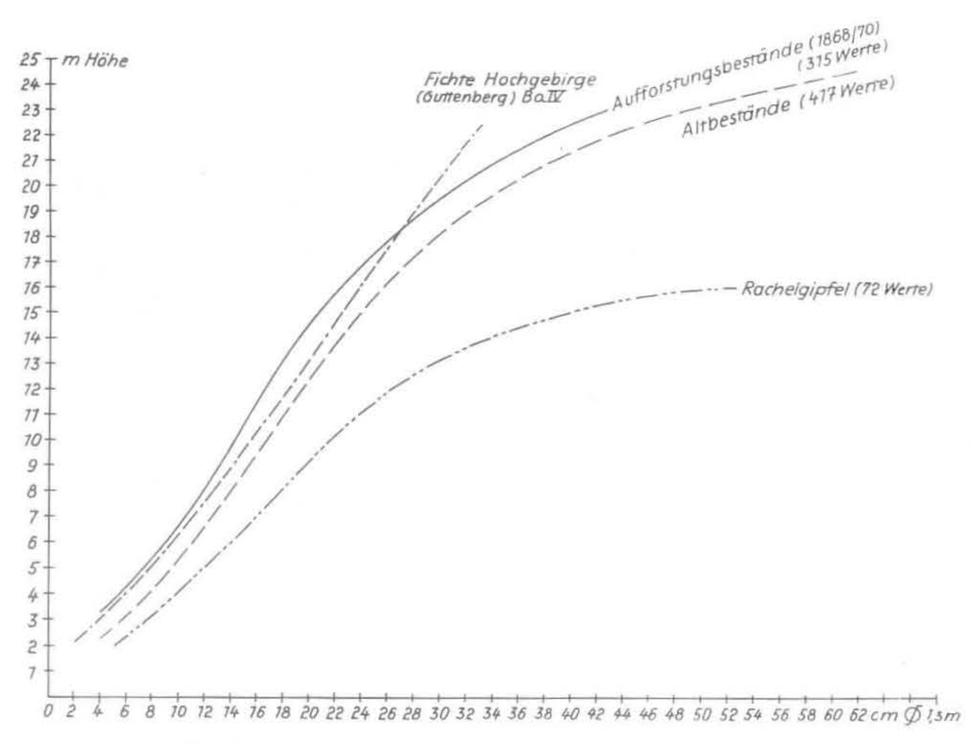


Abb. 25. Durchschnittshöhenkurven der Fichtenhochwaldbestände

Die aus den Aufnahmen ermittelten *Höhenkurven* (Gesamthöhe über Durchmesser 1,3) sind in Abb. 25 dargestellt. Es ergibt sich wiederum eine Differenzierung nach Altbeständen und Aufforstungsbeständen, wobei die Aufforstungsbestände bei gleichem Brusthöhendurchmesser eine um rd. 1 bis 2 m größere Gesamthöhe als die Altbestände erreichen, wohl eine Folge des gestreckteren Wachstums durch engeren Standraum bei Gleichschluß des Bestandes. Die Höhenmessungen erstrecken sich vom unteren Rand der Hochlagen bis zu seiner oberen Grenze. Standortsunterschiede konnten in den Höhenkurven nicht nachgewiesen werden. Ausnahmen hiervon wurden lediglich in Beständen in unmittelbarer Gipfelnähe (Probefläche in Abteilung Rachelwiese des Forstamtes Klingenbrunn), festgestellt. Als weitere Folge des seit Bestandsbegründung engeren Standraumes bei Bestandsgleichschluß ergibt sich bei den Aufforstungsbeständen im Durchschnitt eine geringere Kronenlänge als in den Altbeständen.

b. Vorräte

ba. Grundlagen der Vorratsermittlung

Zur Einschätzung der Vorratshaltung in den Hochlagenbeständen wurde ein einfach hergeleiteter *Massentarif* entwickelt. Als Grundlage hierfür dienten 30 Probestämme aus den Hochlagenbeständen der Forstämter Zwiesel-Ost, Mauth-Ost und Neureichenau. Die Probestämme repräsentieren Bestandsglieder der Ober-, Mittel- und Unterstufe und wurden in Höhe von 1150–1300 m gefällt; je 15 Stämme aus Altbeständen bzw. Aufforstungsbeständen.

Die *Volumen der einzelnen Probestämme* im logarithmischen System über dem Brusthöhendurchmesser aufgetragen ergeben eine Gerade, aus der der Inhalt der einzelnen Durchmesserstufen gekluppter Bestände in Vorratsfestmeter mit Rinde abgelesen werden kann. Die Umrechnung in Erntefestmeter ohne Rinde erfolgte durch Reduktion mit dem Faktor 0,81. Nicht anwendbar ist dieser Massentarif auf den Bestand in Abteilung Rachelwiese im Forstamt Klingenbrunn infolge seines Sonderstandortes. Das gleiche gilt für Bestände auf ähnlichen Sonderstandorten. Der Vorrat dieses Bestandes wurde näherungsweise über die Ganghofersche Massentafel unter Anwendung eines Korrekturfaktors, der aus dem Verhältnis Hochlagen–Massentarif zu Ganghofersche Massentafel hergeleitet wurde, ermittelt.

bb. Vorratshaltung

Die *Vorräte* in den aufgenommenen Hochlagenaltbeständen bewegen sich zwischen rd. 270 Efm o. R. und rd. 490 Efm o. R. Wie schon erwähnt, stellt der Urwaldbestand am Rachelgipfel mit einem Vorrat von etwa 250 Efm o. R. einen Sonderfall dar.

In der oberen Hälfte dieser Vorratsspanne liegen die *Urwaldbestände* (Abb. 21, Tab. 4). Zum Vergleich seien Vorratszahlen für Hochlagen-Urwaldbestände aus den primitiven Operaten angegeben. Sie bewegen sich zwischen 140 und 460 Efm o R., im Durchschnitt rd. 265 Efm o. R. Es ist durchaus vorstellbar, daß die Vorräte von Urwaldbeständen im Verjüngunsstadium noch weiter absinken können, als dies die Aufnahmeergebnisse ausweisen. Die geringere Vorratshaltung des in der Verjüngungsphase stehenden Bestandes in Abteilung Seewand des Forstamtes Bodenmais beruht auf der bereits beschriebenen Reduktion der Baumzahlen und damit auch der Vorräte im Bereich von Mittel- und Starkholz, während Baumzahlen und Vorrat im Schwachholz jene des in der Endphase stehenden Bestandes in der Abteilung Lusenbuchet des Forstamtes St. Oswald übertreffen.

Die Vorräte in den aufgenommenen *geplenterten Beständen* (Abb. 22, Tab. 4) reichen von rd. 270 bis 350 Efm o. R. Unterschiede im Gesamtvorrat und in seiner Ver-

teilung auf Schwach-, Mittel- und Starkholz sind im wesentlichen wie bei den Baumzahlen auf Unterschiede im Umfang und in der Art der Plentereingriffe zurückzuführen.

Die Vorräte der untersuchten *Aufforstungsbestände* (Abb. 23, Tab. 4) betragen wie bei den geplenterten Beständen rd. 270 bis 360 Efm o. R. Sie unterscheiden sich jedoch von diesen in der Vorratsgliederung nach Schwach-, Mittel- und Starkholz, insbesondere durch die fehlende bzw. geringe Vorratsausstattung im Starkholz. Die Entwicklung der Vorräte folgt ebenso wie bei den Baumzahlen jener von gleichaltrigen Reinbeständen.

c. Ausformung der Hochwaldfichten

ca. Krone

Aufbauend auf den Arbeiten von Sylven (1909), Rubner (1936, 1939, 1941, 1943) und Schmidt (1949) hat Priehäusser (1956, 1958, 1959) die im Bayerischen Wald vorkommenden Fichtentypen untersucht und beschrieben. Priehäusser konnte feststellen, daß den nach Zapfen und Zapfenschuppenformen ausgeschiedenen Variationen und Kombinationen im Bayerischen Wald bestimmte Verzweigungstypen eigen sind. Demnach entspricht:

1. der Variation acuminata der Kamm-Fichtentyp,
2. der Variation europaea der Bürsten-Fichtentyp,
3. den Variationen montana, fennica, obovata und rotundata der Platten-Fichtentyp,
4. der Kombination der Variation acuminata mit der Variation europaea je nach Vorherrschen der Merkmale der Kamm-Bürsten-Fichtentyp oder der Bürsten-Kamm-Fichtentyp,
5. der Kombination der Variation acuminata mit den Platten-Fichten-Variationen je nach Vorherrschen der Merkmale der Kamm-Platten-Fichtentyp oder der Platten-Kamm-Fichtentyp,
6. der Kombination der Variation europaea mit den Platten-Fichten-Variationen je nach Vorherrschen der Merkmale der Bürsten-Platten-Fichtentyp oder Platten-Bürsten-Fichtentyp.
7. Die Kombinationen zwischen den Platten-Fichten-Variationen ergeben immer wieder den Platten-Fichtentyp.

Die reinen Variationen treten nach Priehäusser bei der gemischten Zusammensetzung der Fichtenpopulationen aus Variationen und Kombinationen und infolge der weiträumigen Windbestäubung verhältnismäßig selten auf. In den Hochlagen nimmt – soweit es sich um ursprüngliche Altbestände handelt – mit zunehmender Höhe und damit mit zunehmend ungünstigen Lebensbedingungen für die Fichte der Anteil der Platten-Fichten-Variationen in den Kombinationen zu. Gleichzeitig vergrößert sich auch der Anteil der reinen Platten-Fichten-Variationen an der Gesamtpopulation und erreicht in den extremsten Kammlagen den höchsten Wert.

Das *Kronenbild* wird deshalb in den natürlichen Altbeständen weitgehend von dem des Platten-Fichten-Typs beeinflußt, das Priehäusser wie folgt beschreibt: „Das Erscheinungsbild der Platten-Fichten wird wesentlich durch das langsamere Längen- und Dickenwachstum aller Holzkörper und die Verzweigung der Seitenäste zweiter und weiterer Ordnung in einer Ebene bestimmt. Die Seitenäste erster Ordnung streben bereits in der Jugend seitwärts und mit zunehmendem Alter mit der Spitze abwärts. Sie verjüngen sich vom Stamm ab in die plattige, regelmäßige Verzweigung. Die plattige, tannenartige Verzweigung der Seitenäste erster Ordnung wird durch das günstige Verhältnis zwischen Dicken- und Längenwachstum der Seitenzweige zweiter und weiterer Ordnung ermöglicht, deren Holzkörper auch unter der Belastung mit Nadeln steif

bleibt. Auf älteren Ästen, besonders bei der Variation montana, neigen sich meist die plattig verzweigten Seitenäste zweiter Ordnung als Ganzes abwärts. Die plattige Verzweigung nützt das Ober- und Ober-Seitenlicht aus. Der Stamm verjüngt sich stark konisch. Die Kronenform wird sehr früh eng paraboloid und bei Freistand später säulig (Abb. 26)."

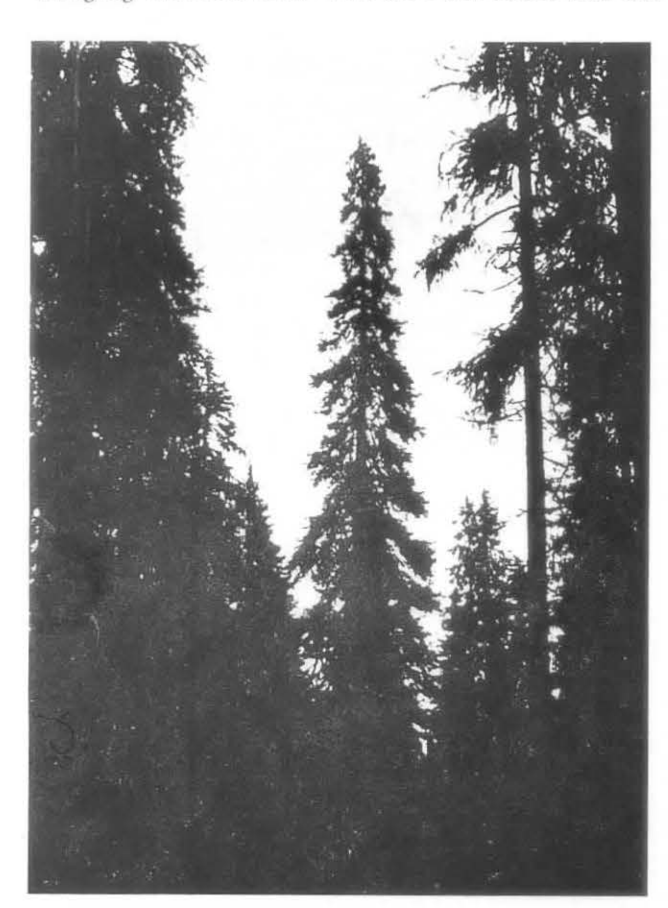


Abb. 26. Kronenausformung autochtoner Hochwaldfichte (Forstamt Mauth-Ost, Abt. Brennthäng)

Der große Bedarf an Samen und Pflanzen zur Aufforstung der ausgedehnten Hochlagenkahlflächen der Katastrophenjahre 1968/75 führte in den Hochlagen des Bayerischen Waldes zur Verwendung von *Saat- und Pflanzenmaterial* auch *aus anderen Wuchsgebieten* (BAYER 1954/55). Bevorzugt wurden bei der Saatgewinnung die reichlich und häufig fruchtenden Fichten des Bürstentyps oder mit Bürstenanteil beerntet. Fichten dieser Herkünfte finden sich vielfach in den Aufforstungsbeständen, sie sind aber den Lebensbedingungen dieses Standortes nicht angepaßt und häufig durch Schneedruck und Eisanhang gebrochen und dadurch in ihrer Lebensfähigkeit bedroht. Nicht zu verwechseln mit diesen standortsfremden Herkünften sind jene autochthonen Fichten auf den extremsten Kamm- und Gipfellagen, die zwar auch durch Eis und Schnee häufig bereits mehrmals gebrochen wurden, dies jedoch in der Regel überstehen.

cb. Schaft

Zur Kennzeichnung der Schaftausformung der Hochlagenfichte wurden die *Formzahlen* von 30 sektionsweise gemessenen Probestämmen – je 15 aus Alt – bzw. Aufforstungsbeständen – ermittelt. Die Brusthöhenformzahl $f_{1,3}$ bringt, da sie sich auf die absolute Meßstelle in 1,3 m Höhe bezieht, die Schaftform nicht rein zum Ausdruck. Um einen Vergleich mit Schaftformen von Fichten anderer Standorte zu ermöglichen, wurde deshalb über den Hohenadlschen Quotienten q H $\frac{d\ 1,3}{d\ 0,9}$ die echte Formzahl hergeleitet.

Als *Durchschnittswert* ergibt sich für die ausgewerteten Probestämme eine echte Formzahl f 0,9 von 0,5249. Der Durchschnittswert für die Probestämme aus Altbeständen beträgt 0,5080, derjenige der Probestämme aus Aufforstungsbeständen 0,5328. Die festgestellten Rahmenwerte der echten Formzahlen bilden bei den Probestämmen

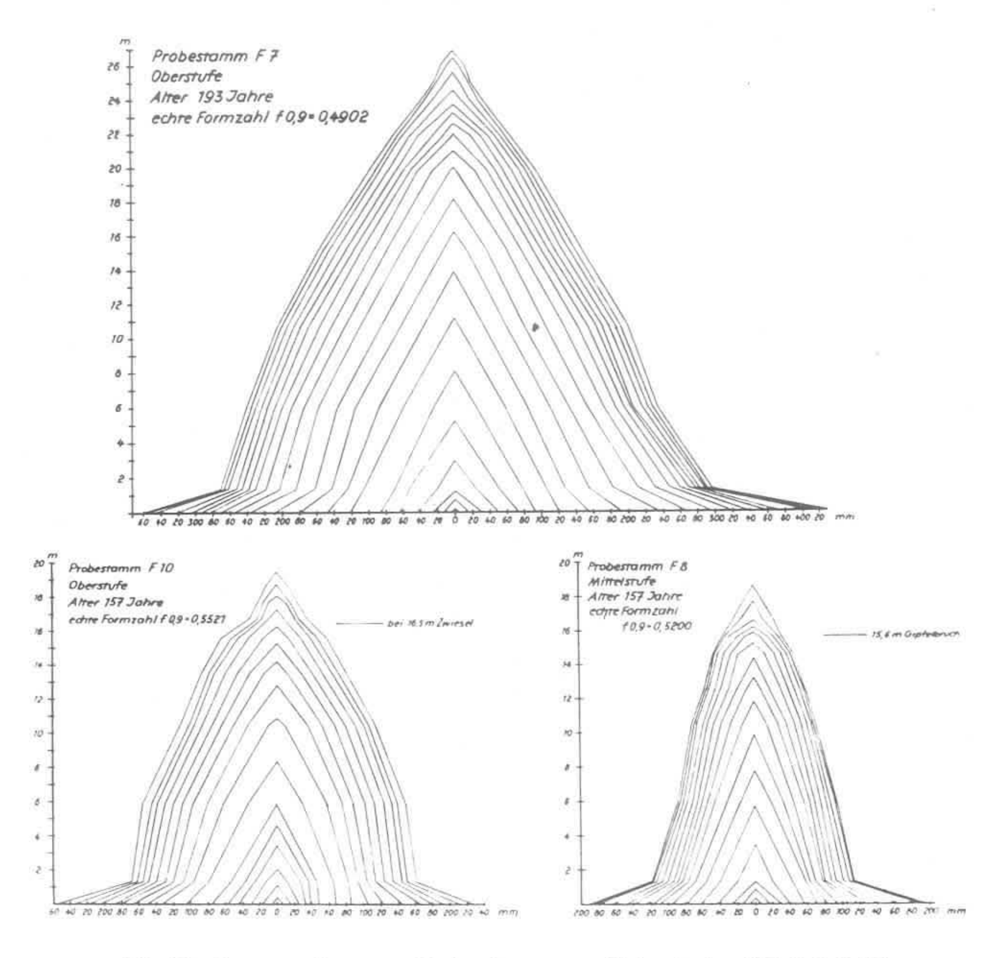


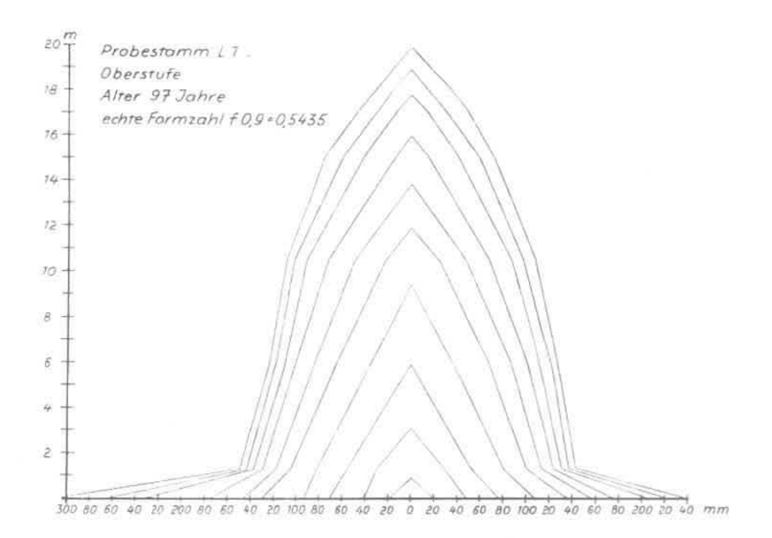
Abb. 27a. Stammanalysen von Probestämmen aus Altbeständen (F 7, F 8, F 10)

aus Altbeständen mit 0,4244 bis 0,5983 eine deutliche größere Spanne als bei den Aufforstungsbeständen mit 0,4946 bis 0,5895. Als Ursache hierfür kann der einheitlichere Aufbau der Aufforstungsbestände angesehen werden.

Prodan (1965) gibt für die *echte Formzahl der Fichte* Rahmenwerte von 0,500 bis 0,580 an und bezeichnet Schäfte mit einem Wert von über 0,520 als vollformig, mit einem Wert unter 0,520 als abformig. Der ermittelte Durchschnittswert liegt somit in der Nähe des von Prodan definierten Grenzwertes. Während die analysierten Probestämme der Aufforstungsbestände im Mittel als noch vollformig bezeichnet werden können, weisen die Probestämme aus den Altbeständen im Mittel abformige Schäfte auf. Die Stammanalysen in Abb. 27a und b vermitteln ein Bild der rechnerischen Ergebnisse.

cc. Wurzel

Die Wurzelausbildung der Hochlagenfichte wurde an Wurzelstöcken von Wind geworfener Bäume untersucht. Die Fichte zeigt auch in den Hochlagen des Bayerischen Waldes das von Köstler u. a. (1968) beschriebene „typische Senkerwurzelwerk", das auch hier „offenbar am stärksten durch die Sauerstoffverhältnisse im Boden beeinflußt wird".



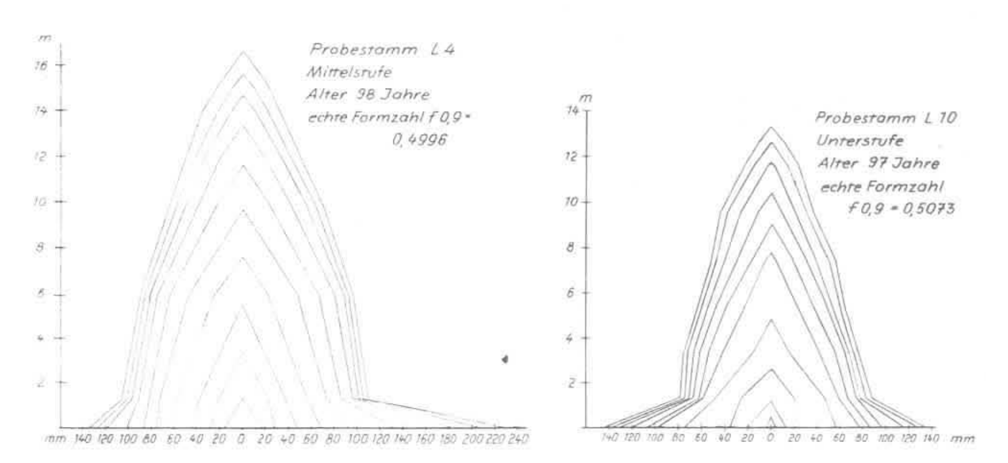


Abb. 27b. Stammanalysen von Probestämmen aus Aufforstungsbeständen (L 1, L 4, L 10)

Von den oberflächennah streichenden Horizontalwurzeln, deren Länge bis zu rd. 11 m festgestellt werden konnte, dringen zahlreiche Senker vertikal in den Boden vor. An ihnen kann ein häufiges Aufzweigen und Abknicken beobachtet werden, das wohl von den zahlreichen im Boden vorhandenen Steinen verursacht wird (Abb. 28).

Auf den Podsol-Böden der ebenen bis schwach geneigten Verebnungsflächenreste über Firnbodengrundschutt wie auch auf Gley-Böden vernäßter Standorte, die in der Regel stärkere Humusauflagen tragen, bildet sich ein *flacher Wurzelteller* aus, die Sen-

ker dringen in eine Bodentiefe von bis zu 3 bis 4 dm vor. In Braunerde-Böden der Hochlagenhänge konnte eine Eindringtiefe der Senker bis zu 1,2 m festgestellt werden. Bei der bevorzugten Verjüngung der Fichte auf Stöcken und Rannen ist nach deren Verrotten die Ausbildung von Luftwurzeln im Alter nicht selten (Abb. 29).

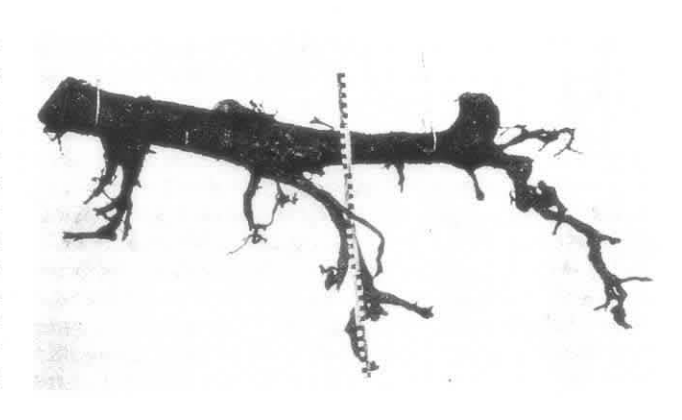


Abb. 28. System der Wurzelausbildung der Hochwaldfichte

d. Gefährdungen und Schäden

Das Geländerelief beeinflußt wesentlich die *Sturmgefährdung* des Waldes; bereits geringe Reliefunebenheiten können das Windfeld verändern und die Sturmgefährdung erhöhen bzw. abschwächen. Besonders gefährdet durch hohe Windgeschwindigkeit sind die Kammlagen von Bergrücken (Hütte 1964). Die forstgeschichtliche Entwicklung der Hochlagenbestände beweist eindrucksvoll, daß diese allgemein gültige Gesetzmäßigkeit auch für den Bayerischen Wald zutrifft. Die Sturmfestigkeit ist dabei nach Priehäusser (1958) bei den *Bürsten*fichtentypen, deren Krone dem Wind eine große Angriffsfläche



Abb. 29. Luftwurzeln

bietet, auf vergleichbarem Standort am geringsten. Auf verdichteten Böden und solchen mit stärkerer Humusauflage sind alle Fichten-Variationen und -Kombinationen infolge ihres flach ausgebildeten Wurzelwerks sturmgefährdet.

Unter den extremen klimatischen Bedingungen beeinträchtigen vor allem hohe und langandauernde *Schneeauflage* sowie *Rauhreif* und *Rauheisanhang* – letztere bevorzugt an offenen Bestandsrändern – die über die Schneedecke herausragende Waldvegetation der Hochlagen. Diesen Gefährdungen am besten gewachsen ist die Plattenfichte (PRIEHÄUSSER 1958). Ihr langsam gewachsener Stamm kann große zusätzliche Schnee- und Eisbelastung aufnehmen, ohne daß Brüche ein bestandsgefährdendes Ausmaß erreichen. Die plattig verzweigten Seitenäste sind elastisch und schütteln durch Abwärtsbiegen hohe Schneeauflagen ab, sie können in dieser Lage auch angefrorenen Schnee- oder Eisbehang längere Zeit, ohne zu brechen, tragen. Kammfichten oder Kombinationen von Platten- und Kammfichten sind zwar ebenfalls schneedruckfest, erleiden jedoch durch Reif- und Eisbehang größere Schäden. Von Schnee, Rauhreif und Rauheis stark beschädigt werden die Bürstenfichten und ihre Kombinationen durch Astabscherungen, Gipfel- und Stammbrüche.

Mechanische Schäden an Jungpflanzen in der Schneedecke können entstehen, wenn die im Schnee fest eingepackten Äste bei Schneebewegungen vor allem während des Tauvorgangs im Frühjahr ein- oder abgerissen werden.

Bruchstellen und Risse bilden Eingangsstellen für *Rotfäulepilze*. Die langsamwüchsigen Fichtenformen sind dieser Gefahr durch ihre relative Bruchsicherheit und lang-

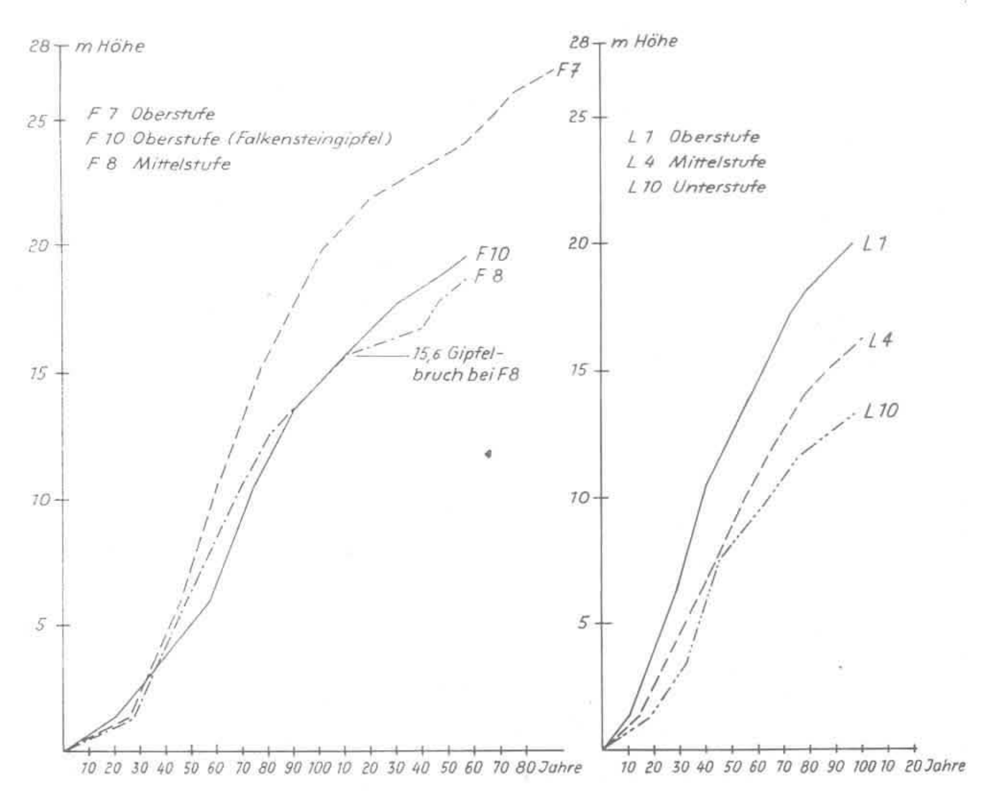


Abb. 30. Höhenwachstumskurven von Probestämmen aus Altbeständen (F 7, F 8, F 10) und Aufforstungsbeständen (L 1, L 4, L 10)

samere Ausbreitung der Befallsherde weniger ausgesetzt. Neben den oben erwähnten mechanischen Schäden an Jungpflanzen kommt unter der Schneedecke gelegentlich an Verjüngungen auch *Herpotrichia nigra* vor.

Für das Auftreten größerer *Insektenkalamitäten* bietet das extreme Hochlagenklima im allgemeinen wenig Gelegenheit. Bei Zusammentreffen der hierfür günstigen Voraussetzungen, wie dies im Anschluß an die Sturmkatastrophen der Jahre 1868/70 durch hohe Schadenanfälle und Aufeinanderfolge einiger warmer Sommer der Fall war, sind Insektenkalamitäten größeren Ausmaßes jedoch möglich.

Wie überall an den Grenzen eines Verbreitungsgebietes, so reagiert auch die Waldvegetation in den Hochlagen des Bayerischen Waldes empfindlich auf die Störung des natürlichen Gleichgewichts. Eine Erhöhung des *Wildbestandes* über jenes natürliche Ausmaß hinaus, wie es aus etwa vergleichbaren Waldgebieten mit ausgeglichenen biologischen Verhältnissen bekannt ist, ist nicht vertretbar.

Gefährdet wird der Hochlagenwald durch Veränderungen, die das natürliche *Gleichgewicht* innerhalb der Vegetation stören. Die über Jahrzehnte angewandte Einzelplenterung in den Hochlagenbeständen und die damit verbundene unbeabsichtigte Verbesserung der Lebensbedingungen für die Konkurrenzflora der Fichtenverjüngung wurde ausführlich behandelt. Die nachteiligen Auswirkungen dieser Waldbehandlung sind zwar noch nicht überwunden, sie sind jedoch erkannt, eine erfolgreiche Anwendung dieser Gefahr darf deshalb für die Zukunft erwartet werden.

4. Leistungen von Einzelbäumen und Beständen

Die Produktion von Holz im Sinne der Rohstoff-Funktion spielt in den Hochlagen des Bayerischen Waldes, wie bereits mehrfach angedeutet, eine nachgeordnete Rolle. Die Untersuchungen über die Leistung der Einzelbäume und der Bestände beschränken sich

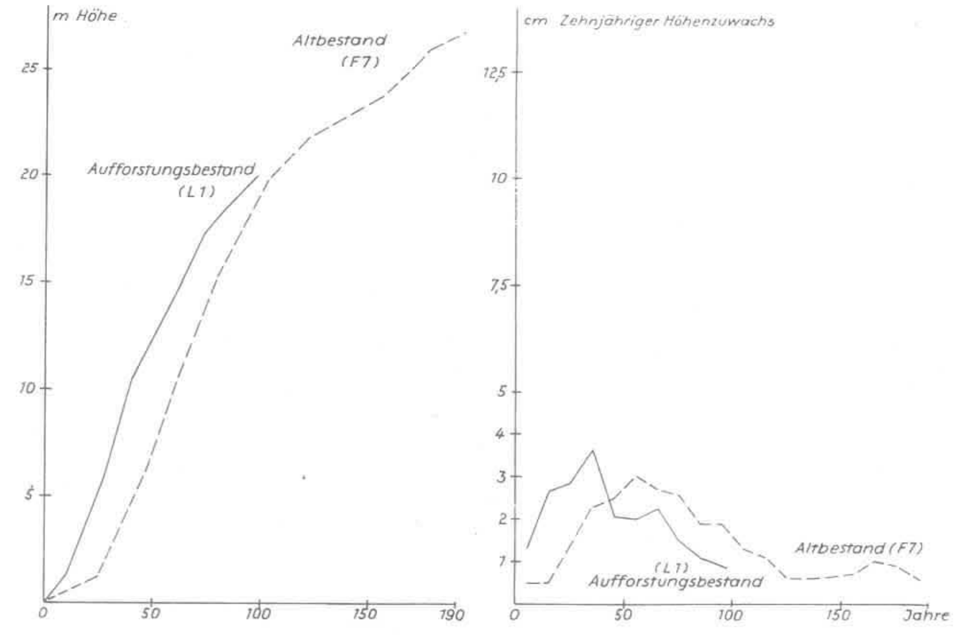
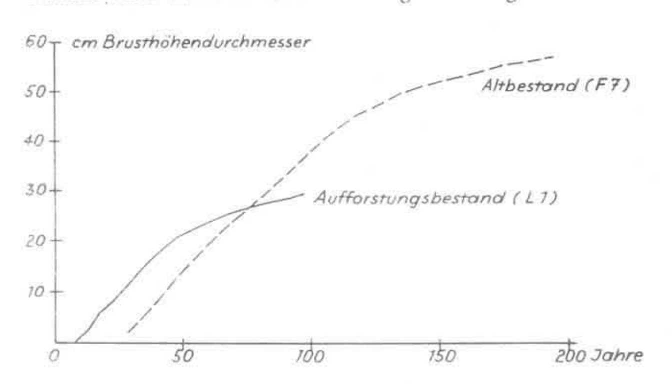


Abb. 31. Wachstumskurven und Zuwachskurven der Gesamthöhe zweier Probestämme

demzufolge auf eine kurze Erörterung einiger wesentlicher Leistungsmerkmale ausgewählter Probestämme und die Erfassung der ertragsgeschichtlichen Produktionsleistung.

Die Höhenentwicklung (Gesamthöhe über Alter) von 6 Einzelbäumen, von denen Stammanalysen gefertigt wurden, zeigt getrennt für Alt- und Aufforstungsbestände die Abb. 30. Aus der Gruppe der Alt- und Aufforstungsbestände sollen je ein Probestamm einer näheren Untersuchung unterzogen und die Ergebnisse gegenübergestellt werden. Die hierzu ausgewählten Probestämme sind der Oberstufe entnommen, ihre Standorte – leicht geneigte SO- bzw. SW-Hänge in etwa gleicher Meereshöhe – sind annähernd vergleichbar.



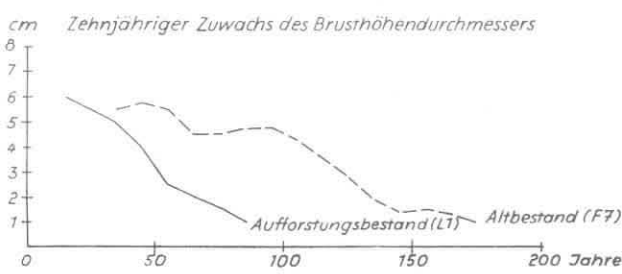


Abb. 32. Wachstumskurven und Zuwachskurven des Brusthöhendurchmessers zweier Probestämme

Die *Höhenwachstums- und Höhenzuwachskurven* beider Probestämme sind in Abb. 31 gegenübergestellt. In beiden Kurven wird das Vorauseilen des Probestammes aus dem Aufforstungsbestand (L 1), jedoch auch dessen frühzeitiges Zurücksetzen deutlich. In der Gesamthöhe übertrifft zwar L 1 bei seinem derzeitigen Alter von 97 Jahren die Höhe von F 7 im gleichen Alter, in der weiteren Entwicklung muß jedoch entsprechend der Höhenzuwachskurven ihr Absinken unter die Höhenkurve von F 7 erwartet werden. Bemerkenswert ist der nochmalige Zuwachsanstieg des Probestammes F 7 nach dem Alter 150.

Einen im Prinzip gleichen Entwicklungsgang zeigen Wachstums- und Zuwachskurven des *Brusthöhendurchmessers* beider Probestämme (Abb. 32). Im Gegensatz zur Entwicklung der Gesamthöhen fällt die Durchmesser-Wachstumskurve des Probestammes L 1 bereits im Alter von rd. 75 Jahren unter jene des Probestammes F 7 zurück. Die Ursachen hierfür liegen in der sehr frühen Kulmination der Durchmesser-Zuwachskurve von L 1 gegenüber jener von F 7 und in dem wesentlich verlangsamten Zuwachsrückgang des letztgenannten Probestammes.

Eine noch deutlichere Differenzierung in ihrer Entwicklung bringen die Wachstums- und Zuwachskurven der *Grundfläche* in 1,3 m beider Probestämme (Abb. 33). Gleichzeitig verlagert sich die Kulmination der Zuwachskurven, sie wird bei L 1 im Alter von etwa 40 Jahren, bei F 7 im Alter von etwa 100 Jahren erreicht.

Die Entwicklung der *Volumen* beider Probestämme zeigen die entsprechenden Wachstums- und Zuwachskurven in Abb. 34. Die langanhaltende Leistungskraft des Probestammes F 7 wird durch die späte Zuwachsgipfelung bei etwa 100 Jahren und durch wiederholte Zuwachsanstiege auch nach diesem Zeitpunkt zuletzt im Alter von 180–190 Jahren deutlich.

Eine Vorstellung von der *ertragsgeschichtlichen Leistung* der Hochlagenbestände soll an Hand der Nutzungen der Abteilung Sulzschachten des Forstamtes Zwiesel-Ost und der Hochlagenbetriebsklasse des Ilzertrift-Komplexes beginnend mit den primitiven Operaten vermittelt werden.

Im ersten Zeitabschnitt sind die Katastrophenanfälle der Jahre 1868/75 enthalten. Die Nutzungen bleiben daraufhin etwa fünf Jahrzehnte gering. Sie nehmen schließlich mit Einführung der Femelschlagperiode, die auch in der Abteilung Sulzschachten zu konzentrierten Verjüngungseingriffen geführt hat, wieder zu. Der hohe Einschlag in den Jahren 1949–1953 kann infolge der kurzen Zeitspanne nicht als repräsentativ angesehen werden. Beachtlich ist die Durchschnittsleistung von 3 fm/Jahr u. ha während eines Zeitraumes von knapp 100 Jahren.

Die Hochlagen des Ilzertrift-Komplexes wurden als eigene Betriebsklasse mit einem 180jährigen Umtrieb seit dem primitiven Operat, das für den genannten Komplex bereits 1838 gefertigt wurde, nur im Ilzertrift-Komplex ausgeschieden. Sie wurden zwar

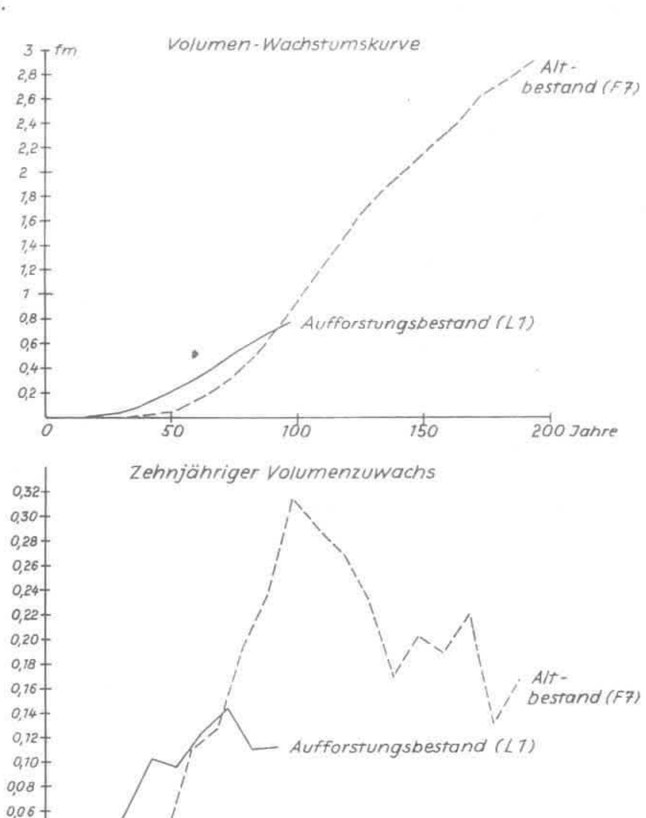


Abb. 33. Wachstumskurven und Zuwachskurven der Brusthöhengrundfläche zweier Probestämme

Tabelle 5

Entwicklung der Nutzungen 1857–1953 in Abt. Sulzschachten Forstamt Zwiesel-Ost

Zeitraum	Nutzungen (Efm o. R.) planmäßig	ZE	Sa	Je Jahr und ha
1857–1877	5548	2303	7851	5,4
1878–1891	1349	—	1349	1,4
1892–1903	723	125	848	1,2
1904–1929	2975	763	38	2,1
1930–1948	2702	668	3770	2,6
1949–1953	2630	—	2630	7,6
1857–1953				3,0

Tabelle 6

Ertragsgeschichtlicher Hiebsatz und Einschlag 1838 bis 1956 im Ilzer-Triftkomplex

Zeitabschnitt	Hiebsatz (Efm o. R. je Jahr und ha)	Einschlag (Efm o. R. je Jahr und ha)
1838–1860	3,1	4,0
1861–1877	1,5	ohne Angaben
1878–1890	ohne Angaben	ohne Angaben
1891–1902	1,5	1,5
1903–1926	1,4	0,9
1927–1956	1,5	2,3

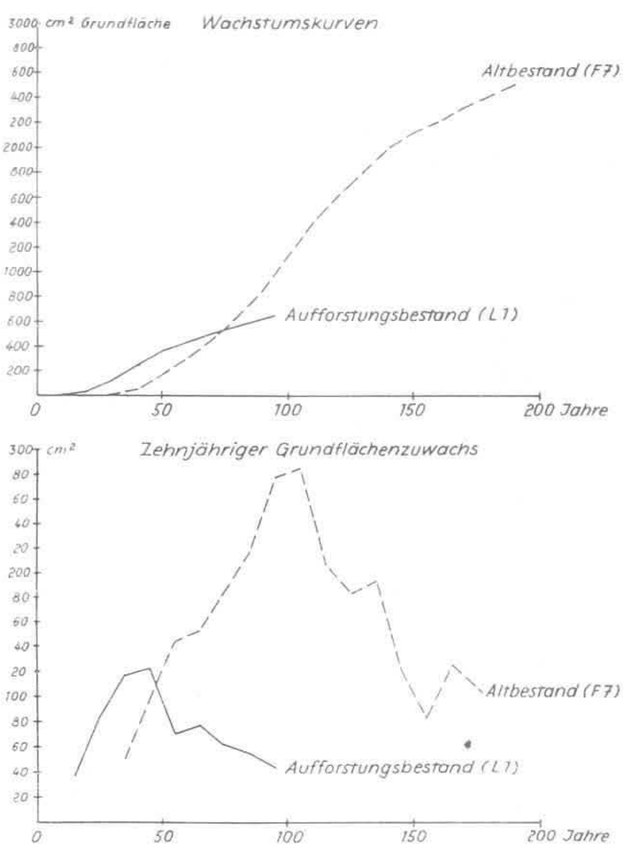


Abb. 34. Wachstumskurven und Zuwachskurven des Volumens zweier Probestämme

später nach Fertigstellung der primitiven Operate für den Regentrift- und Wolfsteiner Komplex ebenso wie in diesen Komplexen in eine einheitliche Betriebsklasse mit einem 144jährigen Umtrieb übernommen, nach wie vor wurde jedoch im Ilzertrift-Komplex für die Hochlagen ein eigener Hochlagenhiebsatz nach bestandsweiser Einschätzung ermittelt und der entsprechende Holzanfall getrennt gebucht. Lediglich für den Zeitabschnitt 1878–1890 fehlen hierzu eigene Angaben über die Hochlagen. Hiebsätze und Einschläge für den Ilzertrift-Komplex sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Die Zahlen des ersten Zeitabschnittes sind entscheidend beeinflußt von dem hohen Anfall bisher ungenutzten, überständigen Materials. Schon damals vertrat man die Ansicht, daß sich „die Erträgnisse im Hochwald für die nächste Zukunft geringer stellen werden". Unabhängig von dem erzielten Einschlag wurde deshalb der künftige Anfall neu eingeschätzt; man verzichtete aber offensichtlich darauf, die erheblichen Kalimitätsnutzungen der Hochlagen eigens zu verbuchen. Erst ab dem Operat 1891, das wieder eine eigene Hochlagenbetriebsklasse jetzt mit 288jährigem Umtrieb ausschied, stehen wieder Ergebnisse zur Verfügung. Der Einschlag erreicht in der in den Ersten Weltkrieg fallenden Periode seinen bisher tiefsten Stand und steigt schließlich

infolge von Sturmanfällen am Ende der zwanziger Jahre, durch steigende Nutzungsmöglichkeiten in den der Zuwachsgipfelung sich nähernden Aufforstungsbeständen und vor allem im Gefolge der zunehmenden Erschließung nach 1945 auf 2,3 fm/Jahr und ha an.

IV. Die landeskulturelle Bedeutung des Fichtenhochwaldes

Die hervorragende Stellung, die dem Wald im Hinblick auf die Landeskultur zukommt ist heute unbestritten. Stellvertretend für die dazu zahlreich vorhandenen fachlichen Veröffentlichungen sollen DIETERICH (1936, 1938, 1953); KÖSTLER (1947, 1967); SPEER (1960) und in jüngster Zeit BICHELMAIER (1969) genannt werden. Immer wieder auftauchende Planungen, größere Waldflächen vor allem in Ballungsgebieten für Siedlungszwecke, Industrie- und Verkehrsanlagen heranzuziehen, haben eine vielfach heftige Diskussion dieser Fragen in der breiten Öffentlichkeit ausgelöst und die Sympathie weiter Kreise für die Walderhaltung gezeigt.

Es ist verständlich, daß die ersten Kenntnisse über die Bedeutung des Waldes für die *Landeskultur* dort gewonnen wurden, wo der Wald exponierte Standorte einnahm oder von dort durch menschliche Eingriffe (Weidegang) und Unterlassungen (Überhege) verschwand. Bekannt ist die Entwicklung des Schutzwaldgedankens im Alpengebiet. Aber auch im Bayerischen Wald hat der Forstmann bereits frühzeitig die Schutzfunktion der Hochlagenbestände erkannt und versucht, bei ihrer Behandlung diesem Tatbestand Rechnung zu tragen. Das Besprechungsprotokoll von 1843 zur Vorbereitung des primitiven Operates für den Regentrift-Komplex bemerkt dazu: „Die schlagweise Bewirtschaftung dieser Waldungen (Hochlagenbestände) würde bei der gänzlich freien, jeder Elementarbeschädigung exponierten Fläche zur Entwaldung dieser Berghöhen führen und neuen weiteren nachteiligen Einfluß auf die örtlichen klimatischen Verhältnisse der ganzen Umgegend äußern sowie auf die Bewirtschaftung der tiefer gelegenen Waldungen mächtigen Nachteil durch die verheerenden nordöstlichen Stürme hervorbringen. Es dürfte daher auf eine möglichst regelmäßige Plenterung dieser Waldungen hingearbeitet werden.“ Die tatsächlich durchgeführte Einzelplenterung war zwar, wie schon dargelegt, nicht geeignet, die Erhaltung der Hochlagenbestockung zu gewährleisten, in diesem Zusammenhang ist das Ergebnis aber weniger wichtig. Entscheidend ist, daß man die landeskulturelle Bedeutung der Hochlagenbestockung erkannt hatte und folgerichtig ihre Hauptaufgabe nicht in der Holzproduktion sah.

Die Aufgaben, die nach heutiger Erkenntnis speziell dem Hochlagenwald im Rahmen der Landeskultur zufallen, bestehen in der Abwehr schädlicher Windeinwirkung, in einer günstigen Beeinflussung des Wasserhaushalts und in der Erhaltung der in ihrer Eigenart seltenen und schönen Landschaftsbilder.

Die *Abwehr von Wind- und Sturmschäden* wurde zuerst und lange Zeit als die einzige dem Hochwald zukommende Schutzfunktion angesehen. In eindrucksvoller und bildreicher Sprache schildert die generelle Beschreibung 1843 für den Ilzer-Triftkomplex, wie der Forstmann jener Zeit die Zusammenhänge sah: „Die dieser (Hochlagen-) Betriebsklasse angehörenden Urwaldungen mögen sich schon allein wegen ihrer die höchstgelegenen Gehänge und Bergkämme einnehmenden Lage ausschließlich nur zu einer in periodisch wiederkehrenden Plenterhieben mit großer Vorsicht vorzunehmenden Ausnutzung eignen, welche allein die sicherste Bürgschaft für fortdauernde Bestockung gewähren und dadurch eine noch ungleich schädlichere Wirkung der Stürme ferne halten dürfte; denn da sich der Luftstrom, dessen Bewegung mit jener des Wassers fast ganz übereinstimmende Gesetze hat, auf den Scheitelpunkten der Berge zu brechen pflegt, so prallt er, sind diese von Holz entblöst, von ihnen wie das Wasser von einer

gemauerten Brücke ab, und es entsteht der heftigste Stoßwind, welcher sehr leicht in einen auf die tiefer liegenden Bestände sehr zerstörenden Wirbelwind ausartet; sind sie aber mit Holz bestanden, so bildet jeder einzelne Baum eine Bühne, und die Gewalt des Sturmes wird geteilt, in dem sie nach verschiedenen Richtungen gebrochen wird."

Neuere Untersuchungen an Windschutzstreifen von NÄGELI (1941) bestätigen die Ausführungen aus dem Jahr 1843 insofern, als auch sie zu dem Ergebnis kommen, daß ein durchlässiger Schutzstreifen durch die an Ästen, Nadeln und Blättern auftretende Reibung des Windes abzubremsen vermag und dadurch eine bessere Schutzwirkung erzielt als eine undurchdringliche Wand. Hinter einem undurchdringlichen Hindernis – ein unbewaldeter Bergkamm könnte als solches angesehen werden – bildet sich ein Leewirbel aus, „der den starken Wind oberhalb des Hindernisses rascher zum Boden zurückführt, als wenn Luft durch das Hindernis hindurchtreten und die Windbildung verhindern oder mindestens stark abschwächen kann" (GEIGER 1950).

Das hier interessierende Problem der unterschiedlichen Einwirkung eines bewaldeten und unbewaldeten Bergkammes auf das Windfeld ist infolge seiner komplexen Natur wissenschaftlich einwandfrei noch nicht geklärt. In neuerer Zeit hat HÜTTE (1964) darauf hingewiesen, daß auf Bergkämmen eine Dauerbestockung erhalten werden sollte. Sie ist nicht nur eine Vorbeugungsmaßnahme gegen Sturmschäden unmittelbar am Kamm, auch hinter dem Bergrücken ist die Sturmgefahr bei bewaldeten Bergkämmen geringer als bei unbewaldeten.

Wind und Sturm beeinflussen nicht nur durch die von ihnen unmittelbar ausgehende Krafteinwirkung, sondern auch durch das *Mitführen und Ablagern von Sedimenten.* JENIK (1961, 1962) berichtet über den Einfluß des Windes und seiner mitgeführten Sedimente auf die Vegetation der Leeseite in Untersuchungen über die alpine Vegetation des Riesengebirges, des Glatzer Schneegebirges und des Gesenkes sowie in einer Veröffentlichung über die alpine Waldgrenze des Riesengebirges. Nach Beobachtungen JENIKS kommt es bei breiten, waldlosen Bergrücken an der dem Wind abgewandten Seite während des Winters zur Anhäufung des von den ungeschützten Kammlagen weggeblasenen Schnees und bei entsprechender Geländeausformung zur Bildung von Schneewächten. In den anschließenden Baumgruppen und Beständen stellen sich Schäden durch die mechanische Kraft von Schneewehen und Kriechschnee ein. Die Entwicklung kann an hierfür geeigneten Hängen zur Entstehung von Lawinengebieten führen und schließlich die Ausbildung von Karen und zusammenhängenden Karflächen zur Folge haben. An die Stelle des Waldes treten in den Karen die für solche Sonderstandorte typischen Pflanzendecken (ausgedehnte Hochstaudenfluren und Matten). Eine derartige Entwicklung konnte JENIK für sein Untersuchungsgebiet beginnend im Pliozän nachweisen. Eine Entwaldung der Hochlagen könnte die Voraussetzung für eine ähnliche Entwicklung im Bayerischen Wald schaffen.

Die Klärung der *wasserwirtschaftlichen* Zusammenhänge und Vorgänge erfordert ein Zurückgreifen auf einige geologische und bodenkundliche Tatbestände. Nach PRIEHÄUSSER liegen die Wasserspeicher zwischen dem Bodenprofil und dem anstehenden Gestein. Zersatz und die darüber liegenden, während der Eiszeit aus Zersatz, älteren Ablagerungen und frischen Gesteinstrümmern entstandene Schuttdecken der Hochlagen und anschließenden oberen Hanglagen bilden das poröse Material dieser Speicherräume.

Die *Speicherfähigkeit des Zersatzes* hängt von der Körnung des Ausgangsgesteins, von der Mächtigkeit der Zersatzdecke und deren Flächenausdehnung ab. Besonders günstige Speicher stellen die Zersatzdecken von Verebnungsflächen dar, wovon auch in den höheren Lagen noch Reste vorhanden sind. Über den Zersatzdecken der Hochlagen liegen als weitere Wasserspeicher junge quartäre Schuttdecken, und zwar als Firnbodenschutt auf den flachen Rücken von Verebnungsflächenresten und als Firneisgrundschutt auf den Hängen. Letzterer war infolge der Hanglage einer etwas stärkeren Bearbeitung durch das sich bewegende Firneis ausgesetzt, wurde teilweise etwas ver-

schmiert und erfuhr dadurch eine geringfügige Verringerung seiner Wasserdurchlässigkeit. Firnbodenschutt und Firneisgrundschutt weisen zusammen mit dem Zersatz eine gute Wasserspeicherfähigkeit auf. Nicht alle Schuttdecken des Bayerischen Waldes haben diese günstigen Eigenschaften.

Zersatz- und Schuttdecken der Hochlagen werden durch den *Niederschlagsüberschuß* gespeist, der nach Abzug von oberflächlichem Wasserabfluß, Verdunstung, Verbrauch durch Pflanzen und durch Auffüllung eines etwa vorhandenen Sättigungsdefizits im Bodenprofil übrig bleibt. Die Zersatzdecken in den Aufschüttungsbereichen der tieferen Lagen sind von verdichteten, wasserundurchlässigen Schuttdecken überlagert. Ihre nachhaltige Wasserversorgung, die wiederum Voraussetzung ist für eine nachhaltige Quellschüttung der in diesen Zersatzdecken von der Wasserwirtschaft angelegten Quellfassungen, ist nur dann gesichert, wenn über den Hangwasserzug Anschluß an den Wasserspeicher der Zersatz- und Schuttdecken der Hochlagen und oberen Hanglagen besteht und auch deren nachhaltige Wasserversorgung gesichert ist.

Das Vorhandensein einer Hochlagenbestockung und die Art ihres Aufbaues haben maßgebenden Anteil an einer stetigen Ergänzung des *Wasserspeichers in den Hochlagen.* Der Wald nimmt hier entscheidenden Einfluß auf die Höhe der Niederschläge, den Abschmelzvorgang und die Menge des oberflächlich abfließenden Wassers. Wie bereits erwähnt, kann die Filterwirkung des Waldes in den Kammlagen den Regeniederschlag durch Nebelniederschlag auf das Doppelte erhöhen. In gleicher Weise beeinflußt der Wald die Menge des abgelagerten Schnees während des Winters; im Frühjahr wird durch die Bestockung der Abschmelzvorgang verzögert. Nach Untersuchungen PRIEHÄUSSERS kann dieses hohe Niederschlagsangebot wasserwirtschaftlich nur dann nutzbar gemacht werden, wenn es in den Wasserspeicher gelangt. Wasserabweisende Bodendecken und Bodenfrost führen zu oberflächlichem Wasserabfluß; letzterer verhindert insbesondere die sehr wichtige erste Ergänzung des Speicherraumes im Frühjahr durch das Schmelzwasser. Beide verursachen Überschwemmungen und Wassermangel in der Folgezeit. Die Art des Bestandsaufbaues beeinflußt diese Vorgänge entscheidend. Unter gleichförmigen Fichtenbeständen, wie sie beispielsweise in den Aufforstungsbeständen aus den Katastrophenjahren 1868/75 vorhanden sind, gefriert im Winter der Boden, außerhalb der Zeit des Bodenfrostes sorgen Nadelstreudecken an der Bodenoberfläche und Verdichtungserscheinungen im Bodenprofil für den Oberflächenwasserabfluß. Günstigere Voraussetzungen bieten Bestände mit gruppenweise ungleichaltrigem Aufbau. Hier finden sich ausreichend Lichtstellen, in denen unter der hohen Lockerschneeauflage der Boden nicht gefriert und Bodenbewuchs den Oberflächenwasserabfluß zurückhält. Über diese Lichtstellen kann das von den Fichtenschirmflächen abfließende Niederschlagswasser in den Wasserspeicher gelangen.

Die *Schönheit von Waldlandschaften* entzieht sich dem Versuch, mit Analysen und Zahlen erfaßt zu werden. Der Reiz, den der Hochwald dieser Landschaft verleiht, soll jedoch nicht unerwähnt bleiben.

Der Wald prägt wie in manchen anderen Gebieten nördlich der Alpen diese ostbayerische Landschaft und verleiht ihr ihren „unsäglichen Zauber" (KÖSTLER 1965). Er beeinflußt das Leben seiner Bewohner und beschäftigt sie in ihren Liedern und Erzählungen und bietet ihnen, wenn auch nicht mehr in dem Umfang wie früher, Arbeit und Rohstoffe. Fremde haben ihn lange als unwirtlich gemieden, in jüngster Zeit lockt er sie jedoch mehr und mehr an, um ihnen Erholung und Ausspannung zu bieten.

Seinen berühmtesten Gast, ADALBERT STIFTER, zog er bereits um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts in seinen Bann. STIFTER weilte damals, als der Bayerische Wald den Zeitgenossen noch eine wenig bekannte Landschaft war, häufig bei der ihm befreundeten Familie ROSENBERGER am Fuße des Dreisessel. „Der Aufenthalt in dieser Gegend gehört zu der glücklichsten Zeit meines Lebens", schrieb der Dichter in einem seiner Briefe. Hier wurde der Grundstein gelegt für die Erzählungen „Hochwald"

(1842) und „Aus dem bairischen Walde“ (1867) wie für den historischen Roman „Witiko“ (1864). In ihnen setzt der Dichter dem Wald dieser Landschaft ein bleibendes Denkmal.

STIFTER ist während seiner Besuche im Rosenbergergut selbst hinaufgewandert auf den Grenzkamm um Dreisessel, Hochstein, Blöckenstein und Lusen, hat das Erlebnis des Waldes in unübertroffener Weise geschildert und damit wohl auch die Empfindungen jener Menschen zum Ausdruck gebracht, die heute ein Jahrhundert später die

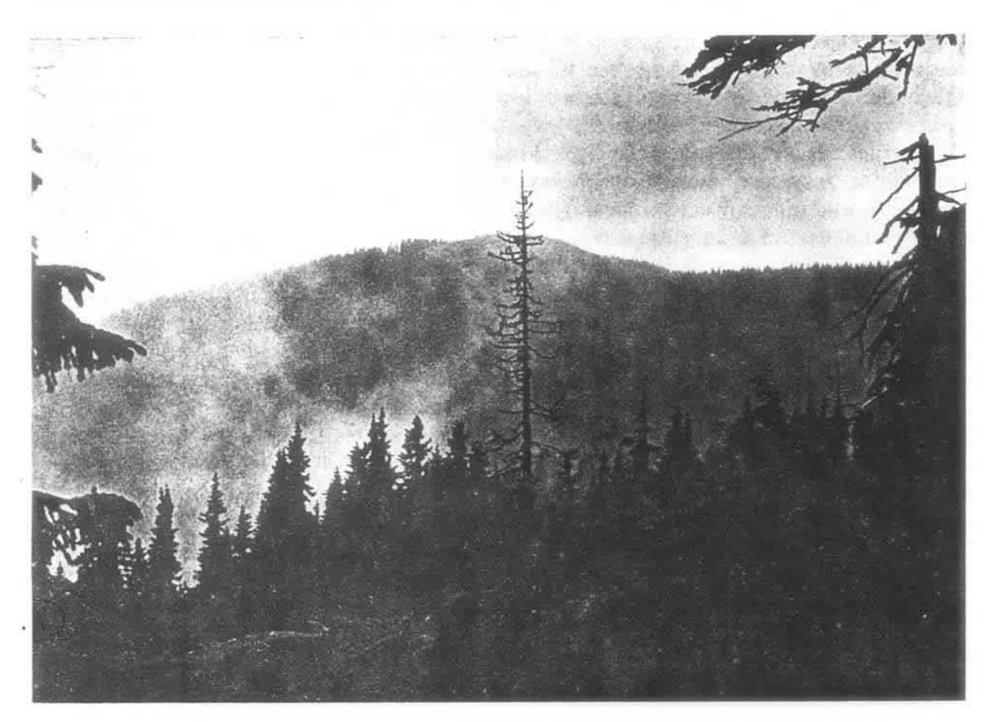


Abb. 35. Fichtenhochwald am Lusen

klassische Wanderung vom Kaitersberg über Arber, Falkenstein, Rachel, Lusen zum Dreisessel durch den Hochwald unternehmen: „So kann man viele Stunden wandern und spannt der heilige Ernst des Waldes Gemüter, die seiner ungewohnt sind, anfangs wie zu Schauern an, so wird er doch immer traulicher und ist endlich eine Lieblichkeit wie die draußen, nur eine feierlichere (Abb. 35).“

V. Folgerungen für Waldbau und Forsteinrichtungen

Den Folgerungen, die aus der Analyse des Standorts, der Bestände und ihrer Entwicklung sowie ihrer landeskulturellen Bedeutung abgeleitet werden, soll eine Bemerkung vorangestellt werden.

Wachstum der Waldvegetation und Zeitablauf stehen in den Hochlagen des Bayerischen Waldes in einem anderen Verhältnis als auf klimatisch günstigeren Standorten. Gleiches trifft für Hochlagenstandorte an der Waldgrenze in anderen Gebirgen zu. Ein

Umdenken des Forstmannes, insbesondere hinsichtlich der Erwartungen, die er in seine waldbauliche Arbeit setzt, erscheint daraus erforderlich zu werden. Erfährt der Forstmann im Laufe seiner beruflichen Tätigkeit an ein und derselben Dienststelle in einer Anzahl von Fällen den erfolgreichen Abschluß einer waldbaulichen Maßnahme, beispielsweise einer Verjüngung, so dürfte dies für die Hochlagen nur in Ausnahmefällen zutreffen. In der Regel wird dort zwischen einer Verjüngung und deren Abschluß der betreuende Forstmann mehrmals wechseln.

Es wäre falsch, waldbauliche Erfolge in den Hochlagen auch nur annähernd in gewohnten Zeitspannen zu erwarten oder sie mit künstlichen Mitteln, die auf anderen Standorten zum Ziel verhelfen, erzwingen zu wollen.

Aufgabe eines Beitrages für die künftige waldbauliche und forsteinrichtungstechnische Behandlung der Fichtenhochwaldbestände des Bayerischen Waldes ist es, ausgehend von einer bestimmten Zielsetzung Vorschläge zu entwickeln, die gestützt auf die Erfahrungen einer über einhundertjährigen planmäßigen Forstwirtschaft bei ihrer Anwendung Erfolg versprechen. Bei einem derart extremen Standort soll die Anregung LEIBUNDGUTS (1943, 1949) aufgegriffen werden, sich an natürlichen, von Menschen unbeeinflußten Vorgängen der Waldentwicklung zu orientieren.

Übergeordnetes Ziel aller Planungen und Maßnahmen im Fichtenhochwald ist die *dauernde Erhaltung der Bestockung*. Diese Zielsetzung besteht ununterbrochen seit der Zeit der primitiven Operate. Sie wurde damals abgeleitet aus der dem Hochwald zugesprochenen Schutzfunktion gegen Wind und Sturm; sie ist heute zusätzlich begründet durch die Bedeutung des Hochwaldes für die gesamte Landeskultur.

Eine Voraussetzung ist es vor allem, die – wird sie erfüllt – ein hohes Maß an Gewähr für die dauernde Erhaltung des Fichtenhochwaldes bietet: *Die Sicherung einer nachhaltigen Verjüngung*.

Vorgänge der natürlichen Waldentwicklung sollen vorzugsweise bei der Behandlung der Verjüngungsfrage ausgewertet und berücksichtigt werden. Natürliche Verjüngungsvorgänge lassen sich gegenwärtig nur an wenigen Objekten studieren. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist die dort zu beobachtende Verjüngung in Gruppen nicht die einzige Methode, deren sich die Natur bedient. Aus der Waldgeschichte des Untersuchungsgebietes, aus Bestockungsanalysen und unter Auswertung einschlägiger Veröffentlichungen von TSCHERMAK (1910); FRÖHLICH (1925); RUBNER (1925, 1930) soll eine Rekonstruktion der natürlichen Verjüngung des Hochwaldes versucht werden.

In natürlichen Fichtenreinbeständen bedient sich die von Menschen unbeeinflußte Natur einer Reihe von Verjüngungsmethoden, die von einer Verjüngung in Form der Einzelplenterung bis zur Großflächenverjüngung reichen.

Letztere wird ausgelöst durch Waldbrände infolge Blitzschlag oder durch Sturmwürfe vor allem in *großflächig* überalterten Beständen und tritt in der Regel in größeren zeitlichen Abständen auf. Die Wiederbestockung nach derartigen Großkatastrophen erfolgt hier unter klimatisch verschärften Bedingungen und verläuft nicht gleichzeitig über die gesamte Fläche, sondern setzt auf verjüngungsgünstigeren Kleinstandorten ein und erobert von dort aus unter heftigem Konkurrenzkampf mit der sich inzwischen einstellenden Konkurrenzflora auch weniger verjüngungsfreundliche Standorte. Bis zur endgültigen Wiederbestockung einer Hochlagenkahlfläche vergehen Jahrzehnte. Das Ergebnis ist ein in seinem Alter meist gruppen- bis horstweise gemischter Bestand.

Innerhalb dieser großflächigen Verjüngungsperioden laufen *kleinflächige* Verjüngungsvorgänge ab, die durch das Absterben und Zusammenbrechen einzelner oder mehrerer älterer Bestandsindividuen ausgelöst werden. Nur in Ausnahmefällen kommt es dabei in den Hochlagen zu erfolgreicher Verjüngung bei Bestandsstellungen in Form der Einzelplenterung. Mangelnde Licht- und Wärmeeinstrahlung erlauben meist nur ein kümmerndes Leben der sich unter Schirm einstellenden Verjüngung auf bemessene Zeit. Erfolgreicher verläuft der Verjüngungsversuch der Natur, wo sich größere Be-

standslücken ergeben. Aber auch da spielt sich ein langjähriger Verjüngungsprozeß ab, der von den begünstigten Kleinstandorten aus seinen Anfang nimmt.

Für eine planmäßige Forstwirtschaft scheidet sowohl eine Verjüngung in Form der Einzelplenterung wie eine Kahlflächenverjüngung aus: Erstere, da sie weder unter natürlichen Verhältnissen noch unter forstlicher Beeinflussung auf nennenswerter Fläche zum Erfolg führt, letztere da eine geregelte Forstwirtschaft nicht bereit ist, einen derart erheblichen Zeitaufwand für eine naturnahe Verjüngung auf der Großfläche zu leisten, im Falle gleichmäßiger Aufforstung der Großfläche sich gefährdete Bestandstrukturen entwickeln würden und auch die dargestellte landeskulturelle Bedeutung der Hochlagenbestockung ein solches Vorgehen verbietet.

Aus dem Verjüngungsrepertoire der Natur verbleibt somit die Verjüngung in Gruppen als die für den Forstmann geeignetste Methode. Dieses Ergebnis in Verbindung gesetzt mit der Forderung nach dauernder Erhaltung des Fichtenhochwaldes, insbesondere durch Sicherung einer nachhaltigen Verjüngung läßt eine waldbauliche und forsteinrichtungstechnische Behandlung des Fichtenhochwaldes in Form der *Gruppenplenterung* als das zweckmäßigste Verfahren erscheinen.

Die Abkehr vom Plenterprinzip im Fichtenhochwald des Bayerischen Waldes seit den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts und vor allem die scharfe Ablehnung der Plenterung durch BÜTTNER ist auf eine *zu enge Auslegung* des Begriffs der Plenterung in jener Zeit zurückzuführen. Inzwischen haben KÖSTLER (1956, 1958, 1959, 1961) und LEIBUNDGUT (1946, 1949, 1952, 1966) den Plenterbegriff aus jener engen Interpretation herausgeführt. Das Ergebnis der Entwicklung soll an Zitaten LEIBUNDGUTS (1966) kurz festgehalten werden: „Der gruppenweise ausgeformte Plenterwald bietet ... wesentliche Vorzüge gegenüber dem ‚Einzelplenterwald', wie er von Verfechtern dieser Betriebsform zur ‚Erfüllung des ganzen Luftraumes mit Laub- und Nadelmasse' befürwortet wurde. Nachdem dieses Argument ertragskundlich widerlegt ist, besteht kein Grund mehr, den gruppenförmigen Plenterwald abzulehnen ... Dieser Ausgleich der verschieden gerichteten Ziele wird um so einfacher, je weniger auf kleinster Fläche die ‚ideale Plenterwaldstruktur' verlangt wird. Wichtig ist nur, daß die Plenterwaldstruktur gesamthaft erhalten bleibt." Unter diesem weiterentwickelten Plenterbegriff besteht somit auch kein Anlaß mehr, die Plenterung für den Fichtenhochwald des Bayerischen Waldes weiterhin abzulehnen; sie muß nur in einer den besonderen Verhältnissen des Fichtenhochwaldes angepaßten Weise, nämlich als *Gruppenplenterung* erfolgen. In dieser Form angewendet stellt die Gruppenplenterung ein durch waldbauliche Eingriffe künstliches Festhalten eines bestimmten Übergangsstadiums der dem Fichtenhochwald eigenen natürlichen Entwicklung dar, wie es gegenwärtig annähernd in Abteilung Seewand des Forstamtes Bodenmais vorgeführt werden kann. Auch das klassische Plentergefüge des Fichten-Tannen-Buchen-Mischwaldes verkörpert ein Übergangsstadium in der Entwicklung dieses Waldtyps zum Endgefüge und kann nur künstlich durch waldbauliche Eingriffe auf Dauer erhalten werden.

Zu klären ist die Frage, ob die derzeitige Verfassung der Fichtenhochwaldbestände einen *unmittelbaren Übergang zur Gruppenplenterung* erlaubt. Für die Aufforstungsbestände aus den Katastrophenjahren 1868/75 muß dies verneint werden. Einförmiges Bestandsgefüge mit Gleichschluß und schwacher Kronenausbildung sowie ein hoher Anteil standortsfremder Herkünfte verursachen eine erhöhte Anfälligkeit dieser Bestände gegenüber allen Schadeinwirkungen insbesondere gegenüber Sturmschäden. Es muß deshalb versucht werden, in einer Übergangsphase, die diese Bestände unter Beachtung des Deckungsschutzes verjüngt, Nachfolgebestände aus standortstauglichen Herkünften mit möglichst weitgehender Altersdifferenzierung und selbständigen Baumgruppen zu erziehen. Aus dieser Übergangsphase kann anschließend zur Gruppenplenterung übergeleitet werden. Gleiches Vorgehen wird empfohlen für jene Altbestände, die infolge fortgeschrittener Überalterung ebenfalls in ihrer Widerstandskraft geschwächt sind. Als

Beispiel hierfür können die Hochwaldbestände des Dreisesselgebietes angeführt werden, die um 1750 vor ihrem Ankauf durch den Fürstbischof von Passau großflächig verjüngt worden waren. In den noch stabilen Altbeständen ist ein unmittelbarer Übergang zur Gruppenplenterung möglich. Als Hinweise für die Stabilität solcher Altbe-

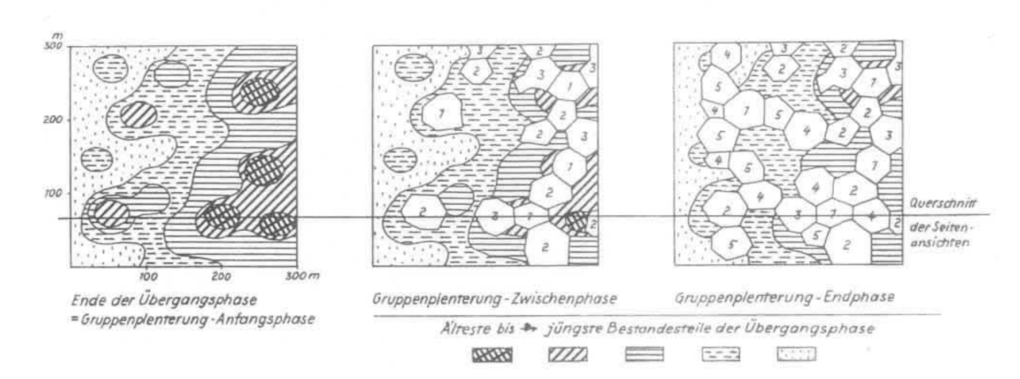


Abb. 36. Modell der Entwicklung eines Aufforstungsbestandes zum Gruppenplentergefüge

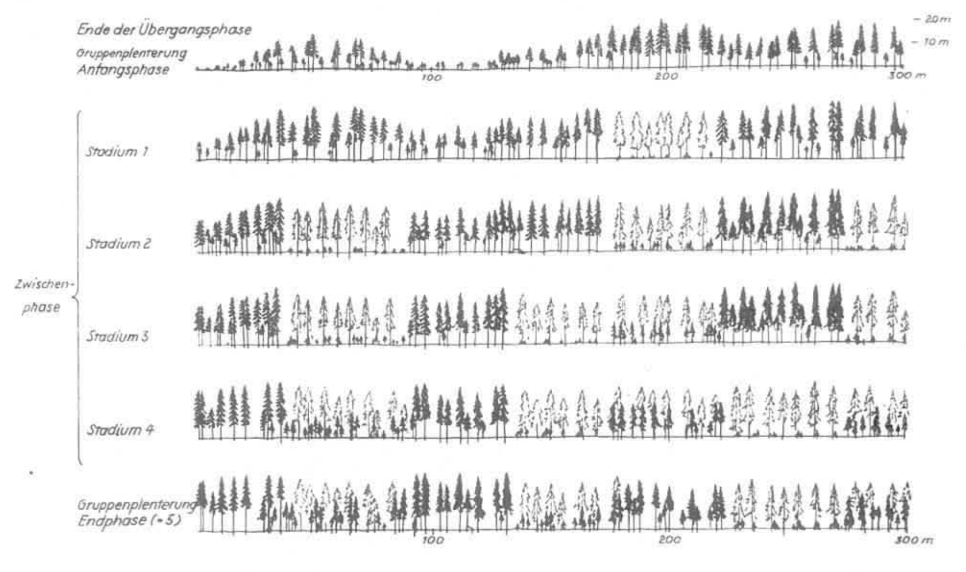


Abb. 37. Modell der Entwicklung eines Aufforstungsbestandes zum Gruppenplentergefüge

stände dienen kräftige Kronenausbildung der einzelnen Bestandsglieder oder Baumgruppen und eine gruppen- bis horstweise unterschiedliche Durchmesserentwicklung, die eine entsprechende Altersgliederung erkennen läßt. Zur Altersgliederung dieser Bestände muß jedoch einschränkend darauf hingewiesen werden, daß infolge der Einzelplenterung vom Beginn der primitiven Operate bis zur Einführung des Femelschlags keine nennenswerte Verjüngung mehr stattfand und deshalb auch die Altersgruppen bis zu einem Alter von etwa hundert Jahren heute in diesen Beständen nahezu fehlen.

Für beide Fälle des Übergangs zur Gruppenplenterung wurde je ein *Modell* entwickelt. Das Modell mit Einschaltung einer Übergangsphase zeigen die Abb. 36 und 37

in Draufsicht bzw. in Seitenansicht. Während der Übergangsphase erfolgt die Verjüngung des Bestandes im Wege eines kombinierten Verfahrens mit Verjüngungsrichtung von NO nach SW, also gegen die Hauptwindrichtung. Der Zeitbedarf für die Übergangsphase kann mit mindestens 50 Jahren angegeben werden. Nach ihrem Abschluß wird die Gruppenplenterung eingeleitet. Diese ist im Modell in drei Phasen dargestellt: Anfangs-, Zwischen- und Endphase. In der Darstellung der Seitenansichten ist die Zwischenphase in weitere vier Zwischenstadien eingeteilt. Die einzelnen Plentergruppen sind durch je eine Zahl gekennzeichnet; sie gibt jenes Zwischenstadium an, bis zu dem die betreffende Gruppe verjüngt wird. Als Zeitraum von Anfangs- bis Endphase der Gruppenplenterung werden etwa 100 Jahre angenommen. Abb. 38 und 39 zeigen das Modell des unmittelbaren Übergangs zur Gruppenplenterung in noch stabilen Altbeständen in ebenfalls drei Phasen der Gruppenplenterung und Unterteilung der Zwischenphase in vier Zwischenstadien. Bis zum Erreichen der Endphase wird auch hier ein Zeitbedarf von rund 100 Jahren unterstellt.

Folgende *Grundgedanken* der entwickelten Modelle sollen zusammenfassend besonders herausgestellt werden:

1. Nachhaltig wird eine etwa gleichgroße ideelle Teilfläche an Plentergruppen verjüngt. Abweichungen hiervon sind insbesondere bis zum Erreichen der Endphase der Gruppenplenterung möglich.
2. Die Verjüngungsgruppen werden bereits im Zeitpunkt ihrer Anlage in etwa in der endgültigen Flächengröße ausgeformt, um dadurch die beschriebenen vorteilhaften Wirkungen der entsprechend großen Gruppen von Anfang an für die Verjüngung ausnützen zu können. Eine nennenswerte Änderung der Gruppengröße vom Zeitpunkt ihrer Anlage bis zur erneuten Verjüngung ist nicht beabsichtigt.
3. Unter dem übergeordneten Gesichtspunkt, das Gruppenplentergefüge zu erreichen oder dieses Gefüge zu erhalten, ist die Verjüngung von Gruppen auch dann möglich, wenn das vorgesehene Erntealter bzw. der angestrebte Zieldurchmesser noch nicht erreicht ist.
4. Das Gruppenplentergefüge wird auf Behandlungseinheiten angestrebt, deren Größe bei etwa 10–20 ha liegt.

Die *Größe* der in die Bestände einzulegenden *Plentergruppen* wird nach unten begrenzt von der Möglichkeit der Einstrahlung von Licht und Sonne, nach oben von der Wirkung der Windturbulenz. Sie richtet sich nach der Höhe des umgebenden Bestandes. Der optimale Durchmesser liegt zwischen dem 1,5- bis 2fachen dieser Höhe.

Zu einem Erfolg vermögen sowohl *Natur- wie Kunstverjüngung* zu führen. Eine natürliche Verjüngung hat jedoch eine ausreichende Fichtenmast zur Voraussetzung. Ein solches Angebot der Natur sollte für die Verjüngung ausgenützt werden. Da Voll- und Sprengmasten in den Hochlagen nur selten eintreten – v. BÜLOW (1964) rechnet mit etwa zwei Vollmasten in einem Menschenalter –, besteht in der Zwischenzeit die Notwendigkeit, sich der Kunstverjüngung zu bedienen. Der Pflanzung mit kräftigen Pflanzen autochtoner Herkunft ist gegenüber der Saat der Vorzug zu geben, da erstere sich der Konkurrenz insbesondere des Habergrases besser und rascher entziehen können als Sämlinge.

Von der Anwendung eines regelmäßigen *Pflanzenverbandes* ist in den Hochlagen abzuraten. Soweit ein solcher angegeben wird, dient er lediglich der Ermittlung der benötigten Pflanzen. Für Natur- und Kunstverjüngung sind zunächst alle verjüngungsgünstigen Kleinstandorte vorzusehen und im Falle einer Pflanzung möglichst eng bis zur gegenseitigen Fühlungnahme der einzelnen Individuen zu bepflanzen. Die Analyse von Naturverjüngungen ergibt für die Hochlagen als angemessene *Pflanzenzahl 3000 je ha*. Bei einem Gruppendurchmesser von 30 m entspricht dies einer Pflanzenzahl von rd. 220 in dieser Gruppe, bei einer solchen von 40 m einer Pflanzenzahl von rd. 380 und bei einer Gruppe von 50 m Durchmesser einer Pflanzenzahl von rd. 590. Ist die

Verjüngung der von Natur vorhandenen geeigneten Kleinstandorte, sei es durch Naturverjüngung oder Pflanzung, erfolgreich abgeschlossen, sind jedoch die oben genannten Pflanzenzahlen nicht erreicht, so empfiehlt es sich, die Verjüngungen zu er-

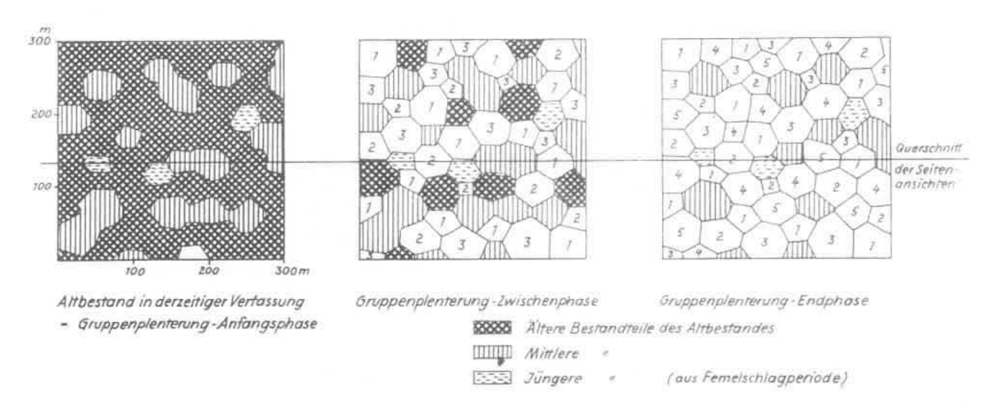


Abb. 38. Modell der Entwicklung eines Altbestandes zum Gruppenplentergefüge

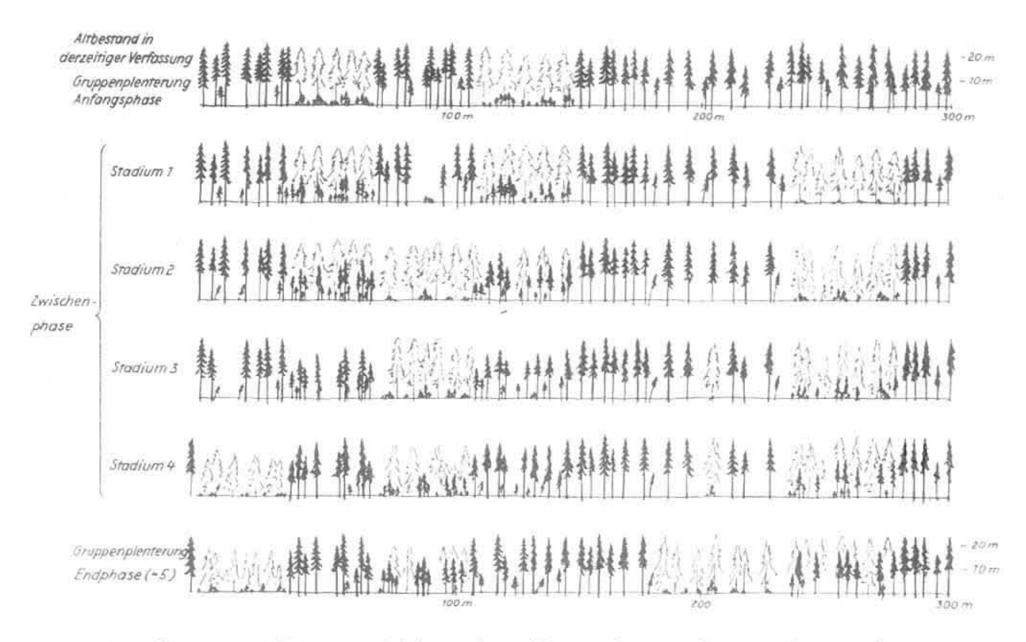


Abb. 39. Modell der Entwicklung eines Altbestandes zum Gruppenplentergefüge

gänzen. Derartige „Nachbesserungen" entsprechen in den Hochlagen dem natürlichen Verjüngungsablauf, es handelt sich in diesem Fall nicht um das Nachholen von Versäumnissen.

Bodenbearbeitung mit dem Ziel, den humosen Oberboden mit dem Mineralboden zu vermischen, ist bei dem von einzelnen Ausnahmen abgesehen ungünstigen Zustand von Boden und Bodenbewuchs zur Vorbereitung einer Naturverjüngung von Vorteil. Die Bearbeitung der verjüngungsgünstigen Kleinstandorte reicht hierbei aus. Ist von der Oberflächengestaltung her und nach Kostenkalkulation Maschineneinsatz möglich

und sinnvoll, so wird die Bodenbearbeitung in der Regel auch Flächen miterfassen, die für die Verjüngung weniger oder nicht geeignet sind. Es sollte jedoch dann nicht versucht werden, auf solchen zwangsläufig mitbearbeiteten ungeeigneten Teilflächen die Verjüngung künstlich zu erzwingen oder etwa angekommene Verjüngung unter hohem Kostenaufwand zu halten. Eine weitere Art der Bodenbearbeitung ist dort angebracht, wo die natürlichen Kleinstandorte für eine ausreichende Pflanzenzahl nicht genügend Standraum bieten. Da eine natürliche Verjüngung von vergrasten Muldenstandorten nicht möglich ist, eine Pflanzung dort mit hohem Risiko belastet ist, empfiehlt es sich, erhabene Kleinstandorte künstlich zu schaffen. Im Forstamt Rabenstein ist diese Methode mit Erfolg in Anwendung. In der Abteilung „Trockene Grube" des genannten Forstamts werden mit Baggereinsatz künstliche Erhebungen geschaffen, wobei gleichzeitig Humus und Mineralboden vermischt werden. Im Prinzip stellt dies einen Ersatz für das im Urwald vorhandene Keimbett auf vermodernden Rannen dar, das bei forstlicher Nutzung der Verjüngung entzogen wird.

Die Frage der *Düngung* in den Hochlagen kann hier nur an Hand von Beobachtungen auf gedüngten Flächen behandelt werden. Exakt angelegte Düngungsversuchsflächen stehen im Untersuchungsgebiet zur Auswertung nicht zur Verfügung. Erkenntnisse, die in Hochlagen des kristallinen Alpengebietes gewonnen wurden, sollen zur Ergänzung herangezogen werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird das Wachstum in den Hochlagen des Bayerischen Waldes ähnlich wie an der alpinen oder nordischen Waldgrenze von den klimatischen Bedingungen, *nicht durch Nährstoffmangel* begrenzt. Die Nährstoffkonzentration in den Nadeln dieser Standorte ist höher als in denjenigen klimatisch günstigeren Lagen. Ein Nachweis hierfür konnte jedenfalls in einem konkreten Fall im kristallinen Alpengebiet erbracht werden. Von einer künstlichen Nährstoffzuführung durch Düngung wird folglich keine Ertragssteigerung erwartet werden können. Die Gefahr schädigender Düngerwirkung insbesondere für die Fichtenverjüngung, weniger für die Jungpflanzen der standortsgerechten Laubbaumarten Vogelbeere und Bergahorn ist offensichtlich gegeben. Bei nur mäßiger Kalkung (etwa 20 Ztr./ha) mit dem Ziel einer Verbesserung des Bodenzustandes zur Unterstützung der Naturverjüngung und gezielter Startdüngung mit Stickstoff frühzeitig zu Beginn der Vegetationsperiode konnten nachteilige Wirkungen bisher nicht beobachtet werden.

Im Rahmen von *Pflegemaßnahmen* erfahren die Bestandsglieder von Hochlagenbeständen eine andere Einwertung als jene tiefer gelegener Standorte. Unter dem übergeordneten Gesichtspunkt der Krisenfestigkeit gegenüber extremen klimatischen Einwirkungen sind in den Hochlagen die lebenskräftigsten und robustesten Individuen auch die wertvollsten. Diese stehen in der Regel nicht für sich allein sondern bilden zusammen mit weiteren Bestandsgliedern sowohl gleicher wie auch untergeordneter sozialer Stellung den Kern einer Lebens- und Kampfgemeinschaft mit gemeinsamen Kronenmantel. Aufgabe von Pflegemaßnahmen ist es, die Entstehung solcher *Baumgemeinschaften* zu ermöglichen und sie zu erhalten.

In den Hochlagen vollzieht sich neben einem Ausscheidungsprozeß im Kampf einzelner Bestandsglieder untereinander ein mindest ebenso heftiger im Kampf der Baumgemeinschaften gegenüber den Unbilden des Klimas. Beide Ausscheidungsvorgänge haben das Überleben der Lebenskräftigsten zur Folge und bewirken von Natur aus eine erhebliche Reduzierung der Baumzahlen und ein frühzeitiges Lichtstellen der Bestände. Aktive, das Bestandsgefüge regulierende Pflegeeingriffe sind somit bei naturnahem Bestandsaufbau in der Regel nicht erforderlich. Ihre Notwendigkeit kann sich jedoch dort ergeben, wo Verjüngungen auf größerer Fläche zum Gleichschluß tendieren und damit die Ausbildung kräftiger Kronen behindert wird. Der Entnahme nicht standortsgerechter Fichtentypen gilt hierbei das Hauptaugenmerk (AICHMÜLLER 1961). Im Verlauf der bisherigen Forstgeschichte wären Pflegeeingriffe in jenen Jahren veranlaßt gewesen, als die Aufforstungsbestände aus den Katastrophenjahren 1868/75 eine solche Entwick-

lung zeigten und solange dort eine bessere Kronenbildung durch Pflegemaßnahmen noch möglich war.

· Die von der Forsteinrichtung bisher vorgenommene Ausscheidung der Hochlagen entspricht von einigen Ausnahmen abgesehen (z. B. Steileinhänge zum Schwarzenbach) im wesentlichen der hier vorgenommenen *Standortsabgrenzung*. Daß in der Praxis durch Benutzung von Wegen und Schneisen von der optimalen Grenzziehung geringfügig abgewichen wird, ist unerheblich. Innerhalb der Hochlagen sind Standortsunterschiede vorhanden. Abgesehen von den Sonderstandorten der unmittelbaren Gipfelerhebungen und Hochmoore ist eine Unterscheidung von Hochlagenhängen und -verebnungen erforderlich. Letztere sind im Vergleich zu den Hängen durch ungünstigere Boden- und Wärmeverhältnisse und damit schwierige Verjüngungsbedingungen gekennzeichnet und erfordern deshalb ein besonderes behutsames Vorgehen. Die bereits erwähnten *Behandlungseinheiten* sollten durch klare Abgrenzungen dauerhaft festgelegt werden.

Die Planung der *Holznutzung* erfolgt in den Hochlagen unter den besonderen Voraussetzungen, die hier von der Natur aus wie von der forstlichen Zielsetzung her gegeben sind. Unter den extremen klimatischen Bedingungen und der labilen Verfassung der vorhandenen Aufforstungsbestände ist ein nachhaltiger Holzertrag nicht erreichbar. Auch von der forstlichen Zielsetzung her wird ein solcher nicht angestrebt. Die forstliche Planung verfolgt seit den primitiven Operaten als oberstes Ziel, die landeskulturellen Wirkungen des Hochwaldes nachhaltig dadurch zu sichern, daß die *Hochlagenbestockung stetig erhalten* wird. Die unter dieser Zielsetzung mögliche und notwendige Holznutzung sollte deshalb bestandsweise im Rahmen der waldbaulichen Einzelplanung eingeschätzt – nur um eine Schätzung kann es sich hier handeln – und in dieser Höhe zur Feststellung der Gesamtnutzung des Forstbetriebes dem für die übrigen Standorte ermittelten Hiebsatz hinzugezählt werden. Für sich getrennt ist zur Kontrolle auch der Nachweis über die erfolgten Nutzungen in den Hochlagen zu führen.

Umtriebszeiten für Hochlagenbestände festzulegen, ist nach dem vorher Gesagten weder erforderlich noch sinnvoll. Es kommt hinzu, daß Altersfeststellungen erheblichen Schwierigkeiten begegnen. Anstelle von Zielvorstellungen hinsichtlich des Alters sollten bei Einschätzung der Nutzungen Zieldurchmesser treten; für autochtone Bestände und Bestandsglieder aus der Oberstufe ist dieser bei etwa 40 bis 50 cm Brusthöhendurchmesser anzugeben. Es wurde jedoch bereits darauf hingewiesen, daß der Zieldurchmesser nicht das allein entscheidende Kriterium für eine Nutzungsmaßnahme sein kann.

Im Verlauf der Forstgeschichte waren die Hochlagen sowohl in einer eigenen Betriebsklasse getrennt ausgeschieden, wie auch zeitweise mit den übrigen Standorten in einer Betriebsklasse zusammengefaßt. Die gegenüber anderen Standorten sehr unterschiedliche Wuchsleistung der Hochlagenbestände kann als Grund für die Ausscheidung der Hochlagen in einer *eigenen Betriebsklasse* herangezogen werden. Dieser erscheint aber nicht zwingend genug, eine derartige die Verwaltungsarbeit komplizierende Maßnahme zu treffen, zumal die modernen Forsteinrichtungsverfahren elastisch genug sind, solche Unterschiede zu verbinden.

Schluß

Nicht alle Probleme des Fichtenhochwaldes des Bayerischen Waldes konnten im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen geklärt werden. So stützen sich die Ausführungen zur Frage einer künstlichen Düngung lediglich auf allgemeine Beobachtungen und Ergebnisse aus hochgelegenen Standorten des Alpengebietes. Inzwischen durchgeführte Untersuchungen bestätigen auch für die Hochlagen des Bayerischen Waldes die

im Alpengebiet gefundenen Zusammenhänge über die Nährstoffversorgung der Waldbäume. Neuere Altersuntersuchungen des Jahres 1971 in den Folgebeständen aus den Katastrophenjahren 1868/75 machen deutlich, daß auch diese Frage noch eingehender zu erforschen ist. So konnten in einigen Beständen verhältnismäßig hohe Bestockungsanteile gefunden werden, deren Alter auf eine Verjüngung vor den Katastrophenjahren hinweist. Die dabei festgestellten geringen Altersspannen zeigen jedoch, daß diese älteren Bestockungsteile fast ausschließlich in den beiden den Katastrophenjahren vorausgegangenen Jahrzehnten verjüngt wurden. Möglichkeiten für weitere Spezialuntersuchungen bieten auch die ertragskundlichen Fragen der Hochwaldbestände.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen die noch vorhandenen *Urwaldrestbestände*. Ihre natürliche, von Menschen unbeeinflußte Weiterentwicklung dürfte dadurch sichergestellt sein, daß sie in Naturschutzgebieten liegen. Ihre Entwicklung auch in Zukunft durch periodisch wiederkehrende Aufnahmen auf Dauerprobeflächen zu verfolgen erscheint lohnenswert.

Literatur

AICHMÜLLER, R., 1961: Der Einfluß von Umwelt und Erbgut auf Stärkenwachstum, Verzweigung und Benadelung der Fichte. Diss. München. — ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien. — BARTSCH, J. M., 1940: Vegetationskunde des Schwarzwaldes. Jena. — BAUMGARTNER, A., 1957: Temperatur- und Niederschlagsverteilung im Bergwald. La Météorologie IV, Paris. — Ders., 1958: Die Regenmengen als Standortsfaktor am Großen Falkenstein (Bayer. Wald). Forstw. Cbl. — Ders., 1958: Nebel und Nebelniederschlag als Standortsfaktoren am Großen Falkenstein (Bayer. Wald). Forstw. Cbl. — Ders., 1960: Gelände und Sonnenstrahlung als Standortsfaktor am Großen Falkenstein (Bayer. Wald). Forstw. Cbl. — Ders., 1960: Klimatologische Standortsfaktoren am Großen Falkenstein (Bayer. Wald). Tagungsbericht Bioklimatische Tagung in Liblice, CSSR, v. 3.–5. 11. 1969. Tschech. Akad. Wiss. Prag. — Ders., 1960/1961: Die Lufttemperatur als Standortsfaktor am Großen Falkenstein (Bayer. Wald). (1., 2. u. 3. Mitt.) Forstw. Cbl. — Ders., 1964: Klimatologische Abgrenzung forstlicher Standorte im Mittelgebirge. Mitt. Staatsforstr. Bayerns. — BAUMGARTNER, A., KLEINLEIN und WALDMANN, 1956: Forstlich-phänologische Beobachtungen und Experimente am Großen Falkenstein (Bayer. Wald). Forstw. Cbl. — BAUMGARTNER, A., und KLEMMER, 1967: Forstmeteorologische Gesichtspunkte über Sturmgefährdung des Waldes. Manuskript. — BAYER, L., 1954/55: Ein Beitrag zur Frage der Provenienz der Holzarten in altbayerischen Waldungen, insbesondere der Fichte im Bayer. Wald. (Mitt. aus Archivalien und älteren Akten) Jahresber. Bayer. Forstver. — BICHLMAIER, F., 1969: Die Erholungsfunktion des Waldes in der Raumordnung. Forstw. Forsch. — BORCHERS, K., 1959: Die Harzfichtenwirtschaft, Rückblick und Zielsetzungen. Allg. Forstz. — BUBENIK, A. B., 1958: Rotwildhege auf biologischer Grundlage. Z. Jagdwiss. — BÜLOW, G. v., 1962: Versuche mit Herbiziden in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Allg. Forstz. — Ders., 1964: Fichtennaturverjüngung in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Allg. Forstz. — DIETERICH, V., 1936. Wald-Forstwirtschaft-Landesplanung. Forstl. Silva Nr. 32/33. — Ders., 1938: Forstpolitik und Raumordnung, Raumforschung und Raumordnung. — Ders., 1938: Landesplanung in der Forstwirtschaft. Das Bayerland. — Ders., 1953: Forstwirtschaftspolitik. Hamburg und Berlin. — BÜTTNER, M., 1950: Wirtschaftsbestimmungen für die Staatswaldungen des Inneren Bayer. Waldes (Vorschlag). Manuskript. — DRESCHER, W., 1959: Vergleichende bestands- und ertragsgeschichtliche Untersuchungen in Fichten-Beständen und Fichten-Buchen-Tannen-Mischbeständen der Hochlagen des südlichen Schwarzwaldes. Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung 8. — DRUDE, O., 1902: Der Herzynische Florenbezirk, in: ENGLER, A., und DRUDE, O.: 1902, Die Vegetation der Erde. Leipzig. — DÜNNINGER, E., 1967: ADALBERT STIFTER und der Bayer. Wald. München. — EHRHARDT, F., 1961: Untersuchungen über den Einfluß des Klimas auf die Stickstoffnachlieferung von Waldhumus in verschiedenen Höhenlagen der Tiroler Alpen. Forstw. Cbl. — FIRBAS, F., 1948: Über das Alter der Fichtenstufe in den Mittelgebirgen nördlich der Alpen und über den Ausklang der postglazialen Wärmezeit. Nachr. d. Akad. Wissensch., Göttingen, Math. plu. Klasse, Biol. Phys. Chem. Abt. 1948, 19–23. — Ders., 1949/1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I und II, Jena. — FIRBAS und LOSERT, 1949: Untersuchungen über die Entstehung der heutigen Waldstufen in den Sudeten. Planta. — FRÖHLICH, J., 1930: Einiges über den Fichtenreinbestand

und seine natürliche Wiederverjüngung im Optimalgebiet der Fichte. Forstw. Cbl. — GAYER, K., 1886: Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege. Berlin. — Ders., 1898: Waldbau (4. Aufl.). Berlin. — GEIGER, R., 1941: Das Standortsklima in Altholznähe. Mitt. H. Göring-Akad. Deutsch. Forstwiss. — Ders., 1950: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig. — GRASER, H., 1928, 1935: Die Bewirtschaftung des erzgebirgischen Fichtenwaldes. Dresden. — HARTMANN und JAHN, 1967: Ökologie der Wälder und Landschaften. Bd. 1: Waldgesellschaften des Mitteleurop. Gebirgsraumes. Stuttgart. — HEGER, A., 1943: Aufbau und Leistung von naturnahen Wäldern im Osten und ihre forstwirtschaftliche Behandlung. Forstw. Cbl. — HOCHSTETTER, F., 1855: Aus dem Böhmerwald. Augsburger Allg. Zeitg. — HÜTTE, P., 1964: Untersuchungen über den Einfluß des Geländereliefs auf Richtung, Geschwindigkeit und Struktur des Sturmes im Hinblick auf die Sturmgefährdung der Fichte. Diss. Hann. Münden. — ISSLER, E., 1942: Vegetationskunde der Vogesen. Jena. — IWANOW und ORLOWA, 1931: Zur Frage über die Winterassimilation von Kohlensäure unserer Nadelbäume (russ.). Zeitschr. Russ. Bot. Ges. — JAHN, R., 1957: Forstliche Standortskartierung im Buntsandstein-Hochschwarzwald (Hornisgrindegebiet). Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung 6. — JENIK, J., 1958: Die Wind- und Schneewirkungen auf die Pflanzengesellschaften im Gebirge Belanské Tatry. Vegetatio. — Ders., 1961: Alpinská vegetace Krkonos, Králického Sněžniku a Hrubého Jeseniku (Alpine Vegetation des Riesengebirges, des Glatzer Schneegebirges und des Gesenkes). Prag. — JENIK und LOKVENC, 1962: Die alpine Waldgrenze im Krkonoše Gebirge, Rozpravy Československé akademie věd. Prag. — KLOTZ, K., 1953: Bewirtschaftung der Hochlagenbestände des Bayerischen Waldes. Allg. Forstz. — Ders., 1959: Waldumbau. München-Bonn-Wien. — KÖSTLER, J. N., 1934: Geschichte des Waldes in Altbayern. München. — Ders., 1947: Gaben des Waldes. Allg. Forstz. — Ders., 1948: Über die Harmonie des naturgerechten Forstwesens. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — Ders., 1950: Bäume als Individuen und als Sozialwesen in der Waldbehandlung. Forstw. Cbl. — Ders., 1952: Ansprache und Pflege von Dickungen. Forstwiss. Forsch. — Ders., 1953: Waldbestände im Klimagefälle Süddeutschland. Forstw. Cbl. — Ders., 1953: Waldpflege. Hamburg und Berlin. — Ders., 1953: Bildliche Darstellung des Bestandsgefüges. Allg. Forst- u. Jagdztg. — Ders., 1955: Der Bestockungsaufbau in der waldbaulichen Bestandsdiagnose. Allg. Forstz. — Ders., 1955: Waldbau (2. Aufl.). Berlin-Hamburg. — Ders., 1956: Beobachtungen an Wurzelstöcken sturmgeworfener Nadelbäume. Forstw. Cbl. — Ders., 1956: Allgäuer Plenterwaldtypen. Forstw. Cbl. — Ders., 1958: Plenterbestände im Bregenzer Wald. Cbl. ges. Forstw. — Ders., 1959: Sapinières du Saint-Laurent. Journal Forestier Suisse. — Ders., 1961: Die Lenzburger Waldpflege. Forstw. Cbl. — Ders., 1965: Historische Aspekte einiger Waldlandschaften Bayerns. Speculum Historale. — Ders., 1967: Wald – Mensch – Kultur. Hamburg und Berlin. — Ders., 1969: Der Mensch, die Kultur und der Wald. Südd. Ztg. — KÖSTLER, BRÜCKNER und BIBELRIETHER, 1968: Die Wurzeln der Waldbäume. Hamburg und Berlin. — KRISO, K., 1956: Waldbestände, Standorte und Vegetation der Hochlagen am Dreisessel. Manuskript. — LAATSCH, W., 1957: Dynamik der Mitteleuropäischen Mineralböden (4. Aufl.). Dresden-Leipzig. — Ders., 1963: Bodenfruchtbarkeit und Nadelholzanbau. München-Basel-Wien. — LEIBUNDGUT, H., 1943: Über Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — Ders., 1946: Femelschlag und Plenterung. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — Ders., 1949: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — Ders., 1949: Das schweizerische Plenter- und Femelschlagverfahren. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — Ders., 1951: Der Wald. Zürich. — Ders., 1952: Rolle und Grundlagen der Planung beim schweizerischen Femelschlag- und Plenterbetrieb. Allg. Forst- u. Jagdztg. — Ders., 1966: Waldpflege. Bern. — LEYERER, J., 1927: Die Entwicklung des Berg- und Hüttenwerkes Bodenmais. Diss. Würzburg. — LUCAS, G., 1965: Die Ergebnisse von Untersuchungen über die Struktur von femelschlagartig behandelten Fichtenbeständen. Forstarch. — Ders., 1965: Die Nachhaltsstruktur und Leistung im Femelwald am Beispiel eines idealen Betriebsklassenmodells dargelegt. Forstarch. — MAGIN, R., 1956: Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den bayer. Alpen. Mitt. Staatsf. Bayerns. — MEYER, H., 1959: Hochharzfichten für Ziele der Forstpflanzenzüchtung. Forst- und Holzwirt. — MOSER, A., 1950: Verjüngungsfragen im Hochlagenwald. Allg. Forstz. — MÜHLBAUER, 1930: Wirtschaftsregeln für den Bayerischen Wald (Entwurf). Manuskript. — NÄGELI, W., 1941: Über die Bedeutung von Windschutzstreifen zum Schutze landwirtschaftlicher Kulturen. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — Ders., 1943: Untersuchungen über das Windverhalten im Bereich von Windschutzstreifen. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. — NOVAKOVA und HANZL, 1968: Bedeutet der jagende Luchs Gefahr für Reh- und Rotwildreviere. Schweiz. Zeitschr. Forstw. — NÜSSLEIN, F., 1960: Wald und Wild, in: BAUER, F., 1960, Fortschritte der Forstwirtschaft. München-Bonn-Wien. — OBERDORFER, E., 1939: Nordschwarzwald und Südschwarzwald in pflanzengeographischer Betrachtung. Mitt. Bad. Landesv. Naturk. u. Naturschutz. — PISEK und WINKLER, 1958: Assimilationsvermögen und Respiration der Fichte (Picea exc. Link) in verschiedenen Höhenlagen und der Zirbe (Pinus cembra L.) an der alpinen Waldgrenze. Planta. — PLOCHMANN, R., 1961: 150 Jahre Waldbau

im Staatswaldgebiet zwischen Osser und Dreisessel. Forstw. Forsch. — PRIEHÄUSSER, G., 1930: Die Eiszeit im Bayer. Wald. Abhandl. d. geolog. Landesuntersuchung. — Ders., 1931: Fichte und Tanne auf reinen Humusböden. Forstw. Cbl. — Ders., 1939: Bodenfrost, Bodenentwicklung und Flachwurzeligkeit der Fichte. Forstw. Cbl. — Ders., 1951: Der Nachweis der Eiszeitwirkungen im Bayer. Wald mit Hilfe von Schuttausbildungen. Geol. Blätt. Nord-Ostbayern. — Ders., 1952: Ein konkretes Beispiel zum Einfluß des Waldes auf die Wasserwirtschaft einer Landschaft. Allg. Forstz. — Ders., 1955: Störungen im Zersatz kristalliner Gesteine unter eiszeitlichen Schuttdecken. Geol. Blätt. Nord-Ostbayern. — Ders., 1956: Über den Formenkreis der Fichte in ursprünglichen Beständen des Bayer. Waldes nach den Zapfen und Zapfenschuppenformen. Zeitschr. Forstgen. Forstpfl. Züchtg. — Ders., 1958: Über den Aufbau und die Oberflächenformen der Ablagerungen aus dem Firneis der letzten Kaltzeit (Endwürm) im Bayer. Wald. Geol. Blätter Nord-Ostbayern. — Ders., 1958: Die Fichten-Variationen und -Kombinationen des Bayerischen Waldes nach phänotypischen Merkmalen mit Bestimmungsschlüssel. Forstw. Cbl. — Ders., 1959: Über die ursprünglichen Fichtenpopulationen des Bayer. Waldes. Allg. Forstz. — Ders., 1961: Felsfreistellungen, Blockmeere, Blockströme und Blockstreuungen im Bayer. Wald. Geol. Blätter Nord-Ostbayern. — Ders., 1963: Altpleistozäne Eiszeitspuren im Bayer. Wald. Geol. Blätter Nord-Ostbayern. — Ders., 1965: Bayer. und Oberpfälzer Wald. Essen. — QUECK, W., 1965: Ferien und Erholungsland, in: PRIEHÄUSSER, G., 1965. Bayer. und Oberpfälzer Wald. Essen. — PRODAN, M., 1965: Holzmeßlehre. Frankfurt/Main. — RAESFELDT, F. v., 1894: Der Wald in Niederbayern nach seinen natürlichen Standortsverhältnissen. XIII Ber. bot. Ver. Landshut. — REBEL, K., 1922/1924: Waldbauliches aus Bayern (2 Bde.). Diessen vor München. — RUBNER, K., 1929: Der naturgemäße Waldaufbau in den Hochlagen des Erzgebirges. Sudetendeutsche Forst- u. Jagdztg. — Ders., 1936, 1939, 1941: Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen und Fichtenrassen. Tharandt. Forstl. Jahrb. — Ders., 1943: Die praktische Bedeutung unserer Fichtentypen. Forstw. Cbl. — Ders., 1949: Die Waldgesellschaften Bayerns. München. — Ders., 1952: Die Fichtenhochlagen des Bayer. Waldes. Allg. Forstz. — RUOFF, S., 1932: Stratigraphie und Entwicklung einiger Moore des Bayer. Waldes in Verbindung mit der Waldgeschichte des Gebietes. Berlin. — SCHABER, R., 1933: Waldbauliches aus Thüringen. Weimar. — SCHMID und GAISBERG, 1936: Untersuchungen über Standort und Ertragsleistung der Fichte in württembergischen Waldgebieten. Mitt. Württ. Forstl. Versuchsanstalt. — SCHMIDT, H., 1949: Die Verzweigungstypen der Fichte und ihre Bedeutung für die forstl. Pflanzenzüchtung. Diss. München. — SCHRETZENMAYER, M., 1955: Verbreitung natürlicher Fichtenwälder in Thüringen. Forst und Jagd (Sonderheft Forstl. Standortserkundung). — SCHÜPFER, V., 1917: Skizzen über forstliche Zustände in Bayern am Ende des 18. Jahrhunderts. Forstw. Cbl. — SENDTNER, O., 1860: Die Vegetationsverhältnisse des Bayer. Waldes. München. — SEYFERT, I., 1969: Die Waldweide (Manuskript). — SPEER, J., 1960: Wald und Forstwirtschaft in der Industriegesellschaft. Münchner Universitätsreden. — STIFTER, A., 1940: Gesammelte Werke. Leipzig. — SYLVEN, N., 1909: Über den Formenreichtum der Fichte bes. die Verzweigungstypen derselben und ihren forstlichen Wert. Mitt. Forst. Ver. Anst. Schwedens. — TOERRING-JETTENBACH, Graf zu, 1908: Eingehende Begründung zum Antrag des Reichsgrafs Grafen zu Toerring-Jettenbach an die Kammer der Reichsräte vom 7. Februar 1908 „die Nutzungen aus den bayerischen Staatswaldungen" betreffend. München. — TRANQUILINI, W., 1957: Standortklima, Wasserbilanz und CO_2-Gaswechsel junger Zirben (Pinces cembra L.) an der alpinen Waldgrenze. Planta. — TRAUTMANN, W., 1952: Pflanzensoziologische Untersuchungen der Fichtenwälder des Bayerischen Waldes. Hann. Münden. — TSCHERMAK, L., 1910: Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. Cbl. ges. Forstwes. — VOLK, O. H., 1938: Die natürlichen Fichtenwälder der höheren Lagen im Bayerischen Wald, in: Führer zur Exkursion der Arbeitsgemeinschaft für Forstl. Veg. Kunde in den Bayer. Wald. Manuskript. — WAGENKNECHT, E., 1965: Die Bewirtschaftung unserer Schalenwildbestände. Berlin. — WALDMANN, G., 1959: Schnee und Bodenfrost als Standortsfaktor am Großen Falkenstein. Forstw. Cbl. — Bayerische Staatsforstverwaltung, 1849: Wirtschaftsregeln für den Bayer. Wald. Forstw. Mitt. Bayer. Staatsf. — Bayer. Staatsforstverwaltung, 1910: Anweisung für die Forsteinrichtung in den K. B. Staatswaldungen. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns. — Bayer. Staatsforstverwaltung, 1951: Forsteinrichtungsanweisung für die Bayer. Staatswaldungen. München. — Hoffmann und Campe Verlag, 1963: Der Bayerische Wald (verschiedene Beiträge). Merian, H. 6. — Oberforstdirektion Regensburg: Forsteinrichtungswerke des Bayerischen Waldes. — Die Schnee- und Windbruchbeschädigungen in den Waldungen des Königreiches Bayern während der Jahre 1868 und 1870. Forstl. Mitt. 1876, MFA S. 286.